11

OVER DE WERKING

DER

MUSCULI INTERCOSTALES.

AKADEMISCH PROEFSCHRIFT,

HETWELK,

ONDER INWACHTING VAN GODS ZEGEN,

MET GOEDKEURING VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS

BERNARD TER HAAR,

THEOL. DOCT.,

Hoogleeraar in de Godgeleerdheid,

EN TOESTEMMING VAN DEN AKADEMISCHEN SENAAT,

VOLGENS BESLUIT VAN DE GENEESKUNDIGE FACULTEIT

TER VERKRIJGING VAN

DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE

AAN DE

HOOGESCHOOL TE UTRECHT,

ZAL VERDEDIGD WORDEN

DOOR

ANTONIE HENDRIK SCHOEMAKER,

van Borne,

OP ZATURDAG DEN 2DEN JULIJ 1859, DES AVONDS TEN 5½ URE.

AMSTERDAM,

H. A. FRIJLINK.

1859.

MIJNEN DIERBAREN VADER

OPGEDRAGEN.

VOORREDE.

Aan het hoofd van een academisch proefschrift moge somtijds eene voorrede ontbreken, in den regel wordt zij daar gevonden, en teregt, want behalve de behoefte, openlijk zijnen Leermeesters de erkentelijkheid zijns harten te betuigen, heeft de schrijver ligt iets mede te deelen omtrent de keuze van zijn onderwerp. Voor mij was die keus niet moeijelijk. Door de Geneeskundige Faculteit der Utrechtsche Hoogeschool was de vraag uitgeschreven: „Diversae physiologorum sententiae de actione musculorum intercostalium tam internorum quam externorum in respirationis motu historice exponantur et, Anatome duce, tum etiam experimentis institutis, critice examinentur." *Ik heb de beantwoording beproefd. De onderscheiding, daaraan te beurt gevallen, biedt mij eene gereede aanleiding, dien arbeid tevens als dissertatie in het licht te geven. De waarde, die in dezen arbeid gelegen is, moet voor een groot deel toegeschreven worden aan de uitmuntende gelegenheid, die het physiologisch laboratorium te Utrecht ter beoefening der experimentele physiologie aanbiedt. Met innige dankbaarheid zal ik dan ook steeds de lessen herdenken,*

die ik daar van U, hooggeschatte Leermeester en Promotor, Prof. DONDERS! *mogt ontvangen. Ook U, zeer geachte Hoogleeraar* SCHROEDER VAN DER KOLK! *betuig ik mijnen dank voor het onderrigt van U genoten, en de welwillendheid, mij bij veelvuldige gelegenheden betoond.*

De leiding en het onderrigt aan het ziekbed, van U, Hooggeleerde Heeren LONCQ *en* VAN GOUDOEVER! *genoten, schat ik op hoogen prijs. Zeer gevoel ik mij aan U, zeer geleerde Heer Dr.* DE RIDDER! *verpligt voor den vrijen toegang tot uwe rijke boekverzameling, waardoor ik aan het historisch gedeelte van mijnen arbeid meer volledigheid heb kunnen geven.*

U, mijne vrienden, die mijn verblijf aan de academie, zoowel te Utrecht als te Groningen, hebt veraangenaamd, zij daarvoor bij deze gelegenheid mijn dank gebragt! Blijft mijner in vriendschap gedachtig, zoo als ik mij steeds de uren, in uw midden doorgebragt, als de gelukkigste mijns levens zal herinneren!

INLEIDING.

Door de geneeskundige faculteit der Utrechtsche Hoogeschool is den 26sten Maart 1858 de volgende Prijsvraag uitgeschreven:

Diversae physiologorum sententiae de actione musculorum intercostalium tam internorum quam externorum in respirationis motu historice exponantur et, Anatome duce, tum etiam experimentis institutis, critice examinentur.

Ik heb mijne krachten beproefd, om daarop een voldoend antwoord te geven. Meer dan eens heeft de moeijelijkheid van het onderwerp mij afgeschrikt. Van de onvolkomenheid en het gebrekkige van mijnen arbeid ben ik volkomen overtuigd; maar ik heb gemeend, dat de Faculteit van iemand, die naauwelijks de eerste schreden op het gebied van physiologie gedaan heeft, geen werk zou eischen, als van een ervaren en geoefend physioloog mag worden te gemoet gezien, en ik leg mijnen arbeid over met het bewustzijn, dat, moge ik den eereprijs niet wegdragen, ik althans voor mij zelven bij de bewerking daarvan veel geleerd heb, en mijne krachten heb ingespannen zooveel ik vermogt.

In verband met den inhoud der vraag heb ik mijnen arbeid in twee gedeelten gesplitst.

In het eerste gedeelte vindt men in chronologische orde de gevoelens der physiologen uiteengezet omtrent de werking der musculi intercostales. Hunne bewijsgronden worden daarbij aangevoerd, en, voor zoover het zonder bijzondere beschrijving der door mij gedane onderzoekingen mogelijk was, ook reeds critisch toegelicht.

In het tweede gedeelte wordt een overzigt gegeven mijner eigene onderzoekingen, met vermelding van al de anatomische en physiologische feiten, waaruit tot de werking der musculi intercostales, bij de verschillende vormen der ademhaling, kan worden besloten. Daarbij biedt zich als van zelve de gelegenheid aan, om op de gevoelens en de bewijsvoering van sommige physiologen terug te komen en alzoo ten opzigte van het critische aan te vullen, wat in het eerste gedeelte ontbreekt.

EERSTE GEDEELTE.

HISTORISCH EN CRITISCH OVERZIGT AANGAANDE DE GEVOELENS DER PHYSIOLOGEN OMTRENT DE WERKING DER MUSCULI INTERCOSTALES.

Van de oudere schrijvers dient in de eerste plaats vermeld te worden GALENUS, die deze spieren reeds vrij naauwkeurig beschreef, en aan de externi het verwijden, aan de interni het vernaauwen der borstkas toeschreef [1]. „Αἱ μεν οὖν ἔκτος ἶνες ἐν τοῖς ἄνωθεν καταφερομένοις μέρεσι τῶν πλευρῶν διαστέλλουσι τὸν θώρακα, συστέλλουσι δε αἱ διαβάθους."

Dit gevoelen van GALENUS werd gedurende veertien honderd jaren algemeen aangenomen. Eerst de beroemde ANDREAS VESALIUS beschreef niet alleen deze spieren meer naauwkeurig, door er reeds gewag van te maken, dat de vezelen der interni tusschen de ribben en de ribbenkraakbeenderen een verschillend verloop hebben, maar schreef haar ook eene andere werking toe. Hij nam namelijk aan, dat beide de borstkas vernaauwden en dus uitademingsspieren waren.

REALDUS COLUMBUS [2]) zegt, dat alle ontleedkundigen vóór hem en in zijnen tijd de werking dezer spieren niet begrepen hebben. COLUMBUS zelf laat door eene afwisselende werking de externi en interni de borstkas verwijden en vernaauwen. De eersten zouden de ribben opligten en de borstkas verwijden, de laatsten de ribben naar beneden trekken en de borstkas vernaauwen. Daarenboven zouden zij door eene

---

[1]) Oribasius, Anatomia ex GALENO, p. 230.

[2]) De re anatomica, lib. V, de musc. p. 139. 1559.

gelijktijdige werking de borstkas vernaauwen. „Quum vero simul utriq; operantur, tum universa thoracis constrictio sequitur."

Hieronymus fabricius ab-aquapendente [1]) neemt aan, dat de externi en de interni beide dienen om de ribben op te ligten, en laat hierdoor tevens de tusschenribbige ruimten grooter worden.

Borelli [2]) laat door de werking van beiderlei spieren de ribben opligten, en tracht de juistheid dezer voorstelling langs den mechanischen weg te bewijzen. Hij vergelijkt de spieren met gekruiste draden, door middel van welke een last kan opgeheven worden, evenredig aan de resultante van de beide gebruikte draden. Hierbij gaat borelli van de veronderstelling uit, dat elke bovengelegene rib een vast punt uitmaakt voor de daaronder gelegene, en dat de spieren zich gelijktijdig zamentrekken. Naar mijn inzien had borelli geen regt dit te veronderstellen, daar deze beide punten ten zijnen tijde geenszins, en ook nu nog niet, volkomen bewezen zijn.

Franciscus bayle besluit, door de leer der hefboomen op de ribben toe te passen, dat de m. intercostales externi de ribben opligten, de interni ze naar beneden trekken. Dit gevoelen van bayle deel ik volgens haller mede, daar ik bayle's werk zelf niet heb kunnen raadplegen. Zijn gevoelen werd door verscheidene physiologen, als pauli [3]), vater [4]), nicholis [5]), schreiber [6]) en meer anderen aangenomen.

Senac [7]) geeft in zijne verhandeling over de werking dezer spieren eerst eene beschrijving der ribben, en merkt hierbij tevens op, dat de eerste rib onbewegelijk met het borstbeen verbonden is, terwijl het kraakbeen dier rib zeer dik is. Aan deze onbewegelijke verbinding der eerste

---

[1]) De respiratione et ejus instrumentis.

[2]) De motu animalium, p. 175 et s. 1681.

[3]) In editione sua microcosmi j. v. horne, pag. 99.

[4]) Physiologia, p. 624.

[5]) Comp. Anat. p. 117.

[6]) Douglasii myogr. spec. p. 80.

[7]) Mem. de l'Acad. des sciences, p. 159, 1724.

rib met het borstbeen schrijft SENAC de uitademing bijna geheel en al toe. „Par cette méchanique," zoo lezen wij, „la nature nous a ménagé une force, pour chasser l'air des poumons. Ce n'est pas l'action des muscles qui contribue le plus à l'exspiration, c'est surtout le ressort du cartilage de la prémiere côte, qui rétrécit la poitrine après l'inspiration, car les côtes ne sauraient s'élévér que le sternum ne s'élève en même temps; mais il est impossible que le sternum s'élève sans forcer le grand cartilage, qui l'unit aux premieres côtes; il doit rouler nécessairement entre les extrémités de ces deux côtes. Ce cartilage ayant été forcé, repousse le sternum contre les côtes inférieures, qui s'abaissent par cette pression, lorsque leur muscules ont cessé d'agir." Waarlijk, het is onbegrijpelijk, hoe zulk eene opmerking, ofschoon de gevolgtrekking, die SENAC er uit maakte, wel wat te groot was, zoo lang als het ware vergeten is. De musculi intercostales externi et interni ligten volgens SENAC niet alleen de ribben op, maar zijn ook bijna de eenige spieren, die dit kunnen doen. Daarenboven neemt SENAC aan, dat met het naar boven stijgen der ribben tevens de tusschenribbige ruimten kleiner worden.

In 1738 deelde WINSLOW [1]) aan de Academie eene verhandeling over de ribben en tusschenribspieren mede. Deze verhandeling bevat in de hoofdzaak hetzelfde als die van SENAC De door SENAC gegevene verklaringen worden door WINSLOW geheel en al beaamd.

Na aldus aangetoond te hebben, dat reeds lang vóór HALLER en HAMBERGER de gevoelens der physiologen en ontleedkundigen over dit punt zeer verschilden, ben ik tot den eigenlijken strijd over dit punt genaderd.

Deze strijd werd met scherpe wapenen door HALLER en HAMBERGER gevoerd.

Alvorens evenwel dezen strijd zoowel historisch als critisch uit elkander te zetten, moet ik bekennen, dat ik niet alle

---

[1]) Mem. de l'acad. des sciences. p. 93. 1738.

oorspronkelijke bronnen heb kunnen raadplegen. Aan moeite, om die bronnen te verkrijgen, heeft het evenwel niet ontbroken; doch een ieder, die de literatuur van dezen strijd volledig wenscht te kunnen raadplegen, zal voorzeker in vertwijfeling komen, wanneer hij verwezen wordt naar bronnen als *Göttingische Zeitungen von Gelehrten Sachen*, *Erlangische Gelehrte Anmerkungen und Nachrichten*, enz. enz.

Toen ik dan ook tot dit punt genaderd was, en al mijne pogingen, om deze literatuur volledig te verzamelen, vruchteloos waren, besloot ik, mijn plan maar te laten varen. Daar ik evenwel zelf reeds proeven had in het werk gesteld en met de overige literatuur beter geslaagd was, besloot ik, de bronnen, die ik had, te bestuderen en, zoo ik mij niet bedrieg, zijn ze voor ons onderwerp meer dan voldoende.

De bronnen van HAMBERGER zijn: De respirationis mechanismo, Jenae 1727. HAMBERGERI de respirationis mechanismo et usu genuino dissertatio, una cum scriptis quae vel illi opposita sunt vel ad controversiam de mechanismo respirationis agitatum pertinent. Jenae 1749. Physiologia medica, Jenae 1751.

De bronnen van HALLER zijn: Opuscula sua Anatomica de respiratione, de Monstris aliaque minora, 1751. Opuscula Pathologica, 1755. Elementa Physiologiae corporis humani, 1761. Opera minora, 1763.

Deze bronnen waren, naar mijn inzien, om twee redenen voldoende: ten eerste, omdat hierin beide theoriën volledig ontwikkeld zijn; ten tweede, omdat alles, wat in toen bestaande tijdschriften over dit punt geschreven is, ook in de zoo even genoemde dissertatie van HAMBERGER te vinden is.

Om nu den strijd van genoemde geleerden zoo volledig mogelijk mede te deelen, kwam het mij 't beste voor, beide theoriën elk afzonderlijk af te handelen.

Ik zal beginnen met de theorie van HAMBERGER.

GEORGIUS ERHARDUS HAMBERGER legde zich van zijne

jeugd af met grooten ijver op de physica toe. Toen hij later de medische wetenschappen beoefende, verwonderde hij er zich zeer over, dat men de mathematische en physische waarheden zoo karig in de medische wetenschappen toepaste. Geheel en al doordrongen van de waarheid, dat men op elk medisch gebied aan het wankelen geraakt, wanneer men den physischen en mathematischen bodem mist, trachtte hij, genoemde wetenschappen overal met elkander te verbinden.

Het was dus ook reeds a priori te verwachten, dat hij, om ons onderwerp te verklaren, den mathematischen en mechanischen weg zoude inslaan. Naar mijn vermogen zal ik hem op dezen weg volgen, ten einde te doen zien, hoe scherpzinnig hij hier de physica en mathesis wist te gebruiken.

Ik zal mij overigens alleen tot het wetenschappelijke bepalen, en de scherpe verwijtingen, die HAMBERGER tot zijn eigen nadeel aan HALLER deed, met stilzwijgen voorbijgaan.

Door ademhaling verstaat HAMBERGER het in- en uittreden van lucht in en uit ons ligchaam. Dit in- en uittreden van lucht komt tot stand door de afwisselende verwijding en vernaauwing der borstkas. Nu toont hij eerst aan, dat de veêrkrachtige longen zich niet kunnen uitzetten en dus ook geene oorzaak voor het intreden van lucht kunnen zijn. „Minime vero, posse pulmones sponte sese expandere, atque sic occasionem praebere, ut aër interior intret." Aldus, zegt hij, moet de oorzaak hiervan in de borstkas gelegen zijn.

De ontleedkundige beschrijving, die hij van de borstkas geeft, kan ik met stilzwijgen voorbijgaan, daar zij niets nieuws bevat. Dit alleen moet ik er van vermelden, dat hij de musculi intercostales interni verdeelt in musc. interc. interni en intercartilaginei. „Commode vero interni, ob fibrarum directionem diversam, in intercostales et intercartilagineos dividi queunt."

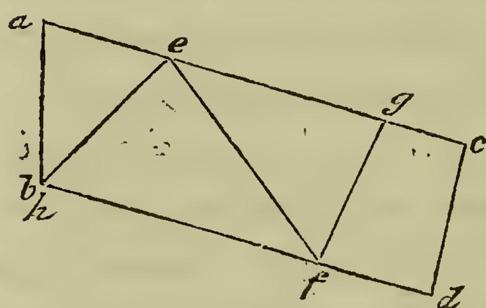
Na de ontleedkundige beschrijving, gaat hij over tot het verklaren van de werking der tusschenribspieren. Volgens de wetten der mechanica, zegt hij, zal het duidelijk

blijken, dat de externi de ribben opligten, de interni ze nedertrekken.

De ontwikkeling van deze mathematische en mechanische bewijzen is zoo kort en bondig, dat het mij beter voorkwam, ze in haar geheel mede te deelen, dan er een uittreksel van te geven, hetwelk misschien minder duidelijk en zeker niet zoo schoon zoude wezen. Ik laat dus zijne schoone bewijzen woordelijk hier volgen.

„Elegantissime atque sapientissime patebit mechanica, posse chordam quamdam, duobus vectibus, qui in altera extremitate circa axes immobiles volvuntur, in altera vero sese vel immediate contingunt, vel intermedio cuidam corpori ita junguntur, ut angulum, quem cum eodem includunt, mutare queunt, adplicatum, sua abrevatione, adeoque alterum vectem deorsum alterum sursum trahendo, utrumque vectem modo simul elevare, modo simul deprimere, prout ejus directio mutatur.

Fig. 1.



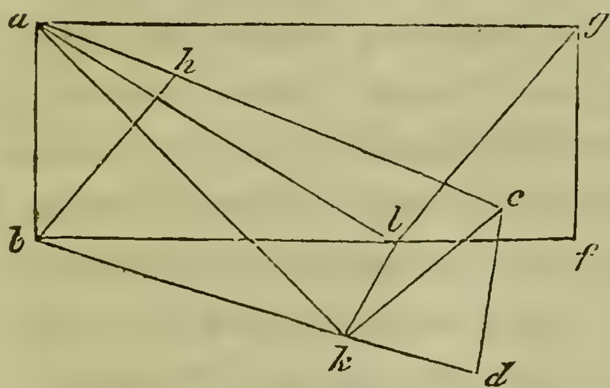
ab solidum immobile *ac* et *bd* vectes in *a* et *b* circa axes mobiles.

cd solidum separans dictos vectes *ac* et *bc* ita tamen, ut non solum vectis *ac* circa punctum *c* atque vectis *bd* circa *d*, sed et totum solidum *ed* sit mobile.

ef chorda oblique adplicata, ita tamen ut superiori sua extremitate *e* minus distet *a* centro motus a, quam inferiore extremitate *f* a centro motus *b*; duo, quando chorda *ef* sese costringit, vel alio modo brevior fit, tametsi vectem *ac* trahit deorsum et vectem *bd* sursum, tamen vectem sursum adscensurum. Quaecunque enim sit vis, qua sese contrahit chorda 1.) aequalis tamen erit contractio ab *e* versus *f* contractioni ab *f* versus *e*, 2.) et eadem vis, qua chorda *ef* sese contrahit ab *e* versus *f*, est ad vim, qua trahit vectem *ac* deorsum secundum directionem lineae perpendicularis *eh* ut *ef*

ad *e h*; 3.) vis chordae, qua sese contrahit ab *f* versus *e*, est ad vim, qua trahit vectem *b d* sursum, secundum directionem lineae perpendicularis *f g*, ut *e f* ad *f g* : 4.) cum *e f* sit sibi ipsi aequalis, et *e h* aequalis *f g*, propter parallelismum linearum *a c* et *b d*, erit vis, qua vectis *a e* deorsum trahitur in *e*, secundum lineam directionis *e h*, aequalis vi, qua vectis *b d* sursum trahitur in *f*, secundum directionem lineae *f g*, 5.) Quia vero punctum *e* minus distat a centro motus *a* quam punctum *f* a centro motus *b*, extrema tamen puncta *c e d* aequaliter distant, erit vis, qua punctum *d*, per tractionem secundum *f g*, tendet sursum, major ea vi, qua punctum *c*, ob tractionem in *e*, secundum directionem *e h* fientem, deorsum tendit. Si ponamus vim, qua chorda sese contrahit, aequalem 16, tractionem secundum *e h* vel $fg = 12$, $ae = 1$, $ac = 4$, $bf = 2$, $bd = 4$ erit impetus puncti *c*, deorsum $= 3$ et impetus puncti *d* sursum $= 6$ ergo 6.) cum puncta *ced* ob intermedium corpus *cd*, directe, et viribus inaequalibus, in se invicem agant, fiet motus secundum directionem fortioris, i. e. sursum ascendit uterque vectis. Idem erit effectus, si, absente corpore intermedio *cd*, vectes *ac* et *bd* immediate sese in punctis *c* et *d* contingunt, corpus enim *cd* nihil confert ad motum, nisi ut vectes in se agere queant, id quod per contiguitatem aeque continetur.

Fig. 2.



Ponamus situm vectium esse obliquum deorsum ut *a c* et *b d*, et elevationem fieri eo usque, ut *b f* cum *a b* angulum includat rectum, et patebit 1.) *b e* minorem esse quam *b d* vel *b f* (theorema pythagoricum) hinc 2.) cum *b e* sit distantia lineae *c d* ab *a b* ante elevationem, *b f* vero distantia ejusdem lineae *g f* post elevationem, corpus intermedium *g f*, post elevationem vec-

tium $a\,c$ et $b\,d$, magis distare a fulcro fixo $a\,b$. quam eum ante elevationem haereret in $c\,d$, adeoque, 3.) cum parallelogramma $a\,f$ $(a\,g\,b\,f)$ et $a\,d$ $(a\,c\,b\,d)$ eandem quidem habeant basin $a\,b$, diversam vero altitudinem, parallelogrammum $a\,f$ majus esse parallelogrammo $a\,d$: 4.) Si ex b ad $a\,c$ ducatur perpendicularis $b\,h$, quae est distantia vectium $a\,c$ et $b\,d$, hanc perpendicularem minorem esse lineae $a\,b$, (per theor. pyth.) quae est distantia vectium $a\,g$ et $b\,f$ in situ elevato, uno verbo vectes elevatos $a\,g$ et $b\,f$ magis distare inter se, quam non elevatos $a\,c$ et $b\,d$. Nihilominus tamen 5.) haec elevatio vectium, cum eorum separatione conjuncta, fieri potuit per contractionem fibrae obliquae $a\,k$, sit enim $b\,k = b\,l$ major, vel etiam aequalis, lineae $a\,b$, et ducantur $a\,k$ et $a\,l$, cum triangulum rectangulum $a\,b\,l$ aequalia habeat latera cum obtusangulo $a\,b\,k$, erit semper hypotenusa obtusanguli $a\,k$ major hypotenusa $a\,l$, trianguli rectanguli, *i. e.* eadem fibra $a\,k$, iisdem punctis a et k duorum vectium adplicata, brevior esse debet si vectes sunt elevati, quam si antrorsum versus horizontem sunt inclinati. 6.) Quodsi vero ante elevationem vectium linea quaedam ducta fuisset $a\,c$ versus k, quae post elevationem foret linea $g\,l$, haec elevatio fieri haud potuisset, nisi $k\,c$ elongaretur; ob aequalitatem enim laterum $k\,d$ et $l\,f$, itemque $c\,d$ et $g\,f$, angulum vero d minorem angulo f, in triangulis $k\,d\,c$ et $l\,f\,g$, non potest non $l\,g$ major esse linea $k\,c$: ergo 7.) si $k\,c$ sese contraheret per contractionem vectes non elevarentur, longior enim, non brevior, durante elevatione fieri deberet $k\,c$ sed descenderent; nam 8.) si $l\,g$ sese contraheret, tractio quidem vectis $a\,g$ deorsum in puncto g erit aequalis tractioni vectis $b\,f$, sursum in puncto l, quia vero punctum f magis distat a centro b quam punctum l, erit impetus, quo punctum f tendit sursum, per tractionem in l, minor tractione ipsa in l: ergo 9.) cum puncta g et f in corpus intermedium $g\,f$ agant viribus inaequalibus fiet motus secundum directionem fortioris i. e. ambo vectes $a\,g$ et $b\,f$, una cum corpore intermedio $g\,f$, descendent deorsum.

Per hinc descensum vectium ex *a g* in *a c* et ex *b f* in *b d*.

1) Corpus *g f* proprius accedit ad *a b*.

2) totum parallelogrammum *a g f b* fit minus,

3) vectes proprius ad se invicem accedunt,

4) ipsa vero chorda obliqua *a l* extenditur et major fit.

Si ambo chordae *a k* et *kc* ita adplicatae essent ut angulus *a k b* sit aequalis angulo *c k d*, et simul sese constringerent aequali vi, tunc nullus motus fieri posset, ob angulos enim dictos aequales et vires acquales, erunt enim impetus, quos chordae exercent in vectes, aequales, adscendere enim non possunt, quia in adscensu chorda *k c* longior fieri deberet, nec descendere possunt, in descensu enim *a k* ulterius extenderetur, id quod absque virium inaequalitate fieri haud posset, ergo substituunt vectes immobiles."

Hierna geeft hij nog eene teekening en beschrijving van eene ruit, welker vier zijden in de vier hoeken bewegelijk zijn: „Cui hae demonstrationes paulo difficiliores apparent." Deze beschrijving is zeer eenvoudig en duidelijk; doch ik laat ze hier kortheidshalve weg, daar zij niets bevat dan eene opheldering van het zoo even medegedeelde.

Vervolgens wordt het voorgedragene op de ribben aldus toegepast:

„Corpus immobile sunt vertebrae, vectes deorsum inclinati sunt costae, et cylindri circa quos volvuntur costae, sunt partes earum posteriores a corporibus vertebrarum usque ad apophyses transversas, haec enim pars habet situm horizontalem, et hinc manet in suo loco, quocunque gradu eleventur vel deprimantur costae. Corpus costas veras in anteriori extremitate jungens est sternum, mobilitatem vero prope sternum obtinent costae per extremitates cartilagineas, quibus sterno cohaerent, cartilaginem enim esse corpus flexile omnibus notum est. Costae quidem spuriae dictae non connectuntur cum sterno, inter se tamen, cum per cartilagines transversas jungantur, vel se immediate contingant, si duas ultimas exceperis, idem erit status ac cum vectes sese immediata tangunt.

„Fibrae motrices quarum directio est obliqua, sunt musculi

intercostales item triangularis sterni, atque intercartilaginei: quod si igitur exteriores musculi intercostales agunt, cum earum actio in contractione consistat, 1) elevabunt costas, cartilagines atque sternum magisque, 2) sternum a vertebris dimovebunt, 3) ergo, si vertebrae tamquam basis cavitatis pectoris considerentur, cum basis maneat eadem, altitudo vero, i. e. distantia sterni a dorso, crescat, augetur capacitas pectoris, quamcumque eidem figuram tribuere velis. 4) Porro interstitium inter duas costas fit majus et 5) fibrae intercostales interiores extenduntur.

„Musculi intercartilaginei quando sese contrahunt, si sternum elevatum, hinc mobile deorsum ipsae vero cartilagines tamquam partes costarum considerentur, et sic centra motus prope vertebras ponantur, descendit sternum, cartilagines atque costae, magis enim distat fibrarum muscularium punctum superius a centro motus quam inferius. Si vero sternum non elevatum consideretur, tunc per hanc actionem premetur quidem, parum tamen, vel nihil, movebitur deorsum, quia sternum cum claviculis cohaeret, hae vero processui coracoïdeo incumbunt, unde sternum absque scapularum descensu, deorsum moveri nequit: ne dicam de inaequalitate longitudinis costarum et cartilaginum, quae ipsa tam adscensum quam descensum vix sensibilem permittit.

„Musculi intercostales interiores quando agunt, cum directio sit talis, qualis est linea *lg* fig. 2 ex harum constructione 1.) descendunt tam costae quam sternum, posito hoc elevatum fuisse, 2.) sterni distantia a vertebris fit minor, hinc 3.) cavitas thoracis angustatur, vi contrariorum dictorum, 4.) costarum distantia inter se fit minor, 5.) et fibrae musculi intercostalis exterioris extenduntur."

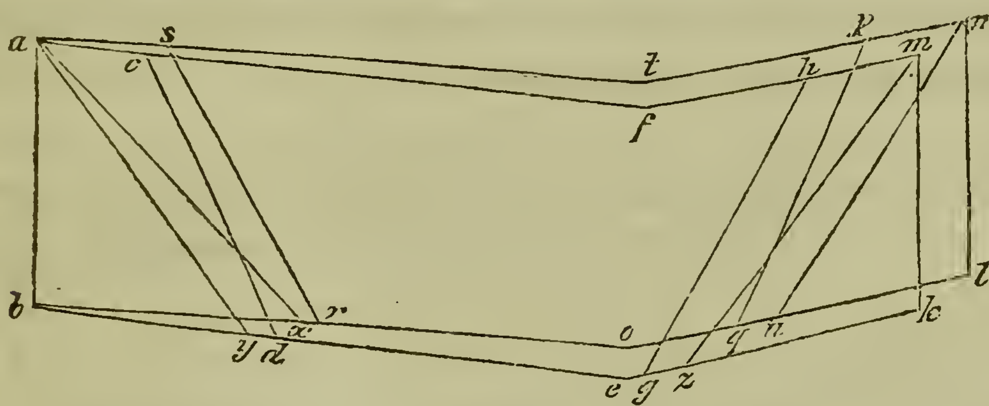
Na aldus het voornaamste uit de dissertatie van HAMBERGER te hebben medegedeeld, zoude ik de acht propemptica, die met eene latere uitgave van zijne dissertatie zijn uitgegeven, kunnen mededeelen; doch daar zij voor het grootste gedeelte hekelingen op HALLER bevatten, zoo dacht ik, dat zij hier konden weggelaten worden. Ik zal dus liever zijne grondige

Physiologia Medica openslaan, om hieruit het wezenlijk merkwaardige mede te deelen.

In zijne Physiologia Medica, Cap. V, de motu sang. per pulm. et resp., geeft hij eerst weder eene ontleedkundige beschrijving van de borstkas. Hij geeft zich hier veel moeite om het nut te verklaren, waarom dit zóó en dat wederom anders is. Deze verklaringen, hoewel zij vernuftig zijn uitgedacht, zijn over het geheel van weinig, en voor mijn onderwerp volstrekt van geene beteekenis. Ik ga ze dus stilzwijgend voorbij, om het wezenlijke voor mijn onderwerp in het geheel mede te deelen. Ik beschouw deze geheele mededeeling daarom van belang, omdat de hier gegevene bewijzen verschillen van de aan zijne dissertatie ontleende. Het grondbeginsel is evenwel hetzelfde.

„Costae elevantur per musculos intercostales externos, cartilagines vero per musculos intercartilagineos, docente id natura musculorum omnium, qua nempe in actione sese contrahunt, comparata cum iis, quae ex structura pectoris et situ musculorum, secundum leges geometricas et mechanicas fieri possunt et debent."

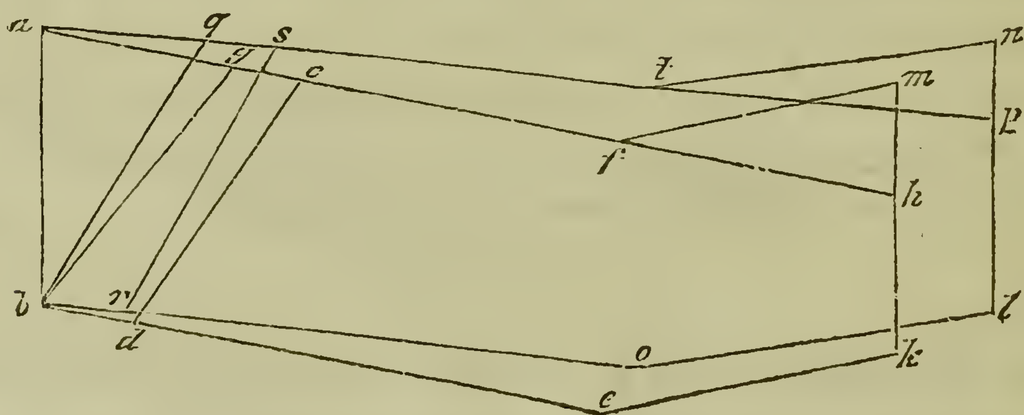
Fig. 19 van zijne Physiologia medica.



§ 259. Sint enim *a b* vertebrae, *a f* et *b e* duae costae, *f m* et *e k* duae costarum istarum cartilagines, *m k* pars sterni, *c d* fibra musculi intercostalis externi, *h g* vero fibra musculi intercartilaginei. Ponamus elevari costas *a f* in *a t*, *b e* in *b o* quamquam *a s* = *a c*, et *b v* = *b d*, erit tamen fibra

muscularis *s r* brevior eadem fibra *c d* in situ costarum non elevato. Substituamus enim in locum lineae *c d*, huic parallelam et aequalem *a y*, et in locum lineae *s r* huic parallelam et aequalem *a x;* cum *a b* = *a b*, *b y* = *b x*, *a b y* vero sit triangulum obtusangulum, *a b x* vero, si non rectangulum saltem triangulum priori minus obtusangulum, erit quoque hypotenusa *a y* major hypotenusa *a x*. Eodem modo patet, cartilagines *f m* et *e k* non posse elevari in *t n* et *o l*, atque sternum *m k* versus anteriora abire in *n l* nisi simul fibra *h g* dum situm obtinet *p q* brevior evadat. Si igitur musculi intercostales externi atque intercartilaginei quodam mutationis parietum pectoris tempore, agere, i. e. se contrahere possunt, hoc tempore elevatio costarum atque cartilaginum fieri debet; contra autem ea simul patet, non posse costas et cartilagines ex situ elevato in naturalem descendere, nisi musculi intercostales externi atque intercartilaginei extendantur, ergo hi dicto tempore, agere, i. e. sese contrahere nequeunt.

Quamquam vero fibrae inter costas et cartilagines, dicto modo oblique sitae, tempore elevationis costarum iunt breviores: minime tamen eodem sese habet modo distantia costarum, vel cartilaginum inter se; *b c* enim cum sit distantia costarum; in situ naturali, *ab* vero in situ elevato; ex theoremate Pythagorico patet, elevatarum costarum distantiam majorem esse quam depressarum.



Manentibus omnibus iisdem ac § 259 dictum est, nis quod *d c* ducatur in ea directione, quam musculi intercostales interni, *f h* vero in ea directione, quam sterno-costales VER-

HEYNII habent, simili modo demonstratur, non posse costas *b e* et *a f* elevari in *b o* et *a t*, nisi fibra intercostalis interior *d c*, quando situm obtinet *r s*, elongetur. Itemque non posse elevari cartilagines, nisi sterno-costalis *f h* elongetur; quando in situm transit *p t*. In triangulo enim obtusangulo *m h f* minor est *f h* quam *f m*; in acutangulo vero triangulo aequalis vel major est *p t*, quam *n t*. Quum igitur, *n t* semper tamquam corpus solidum, sit aequale *m f*, ut *t p* major sit, quam *f h* necesse est.

Eo igitur tempore, quo costae et cartilagines elevantur, musculi intercostales interni, atque sterno costales agere, i. e. sese contrahere nequeunt; extenduntur enim a costis et cartilaginibus adscendentibus; sed contractio eorundem tempore descensus costarum et cartilaginum fieri debet."

Deze bewijzen van HAMBERGER zijn even klaar als duidelijk; het is dan ook tot nu toe nog niemand mogen gelukken, ze te wederleggen. Zoo als evenwel later blijken zal, kan zijn bewijs niet op de geheele ademhaling worden toegepast, daar hier nog omstandigheden bijkomen, die de werking dezer spieren wijzigen.

Na aldus de theorie van HAMBERGER afgehandeld te hebben, zal ik overgaan tot die van HALLER.

HALLER, de leerling van onzen onsterfelijken BOERHAAVE, den leermeester van geheel Europa, had van dezen uitstekenden waarnemer de kunst van waarnemen geleerd. HALLER, met deze gave toegerust, wilde alles aan de natuur zelve ontleenen, — alles moest proefondervindelijk bewezen worden.

Het kan dus ook wel geen verwondering baren, dat HALLER ons onderwerp langs den proefondervindelijken weg trachtte te verklaren. Door ontzaggelijk veel moeite en proefnemingen poogde hij zijne leer tegen de mathematische bewijzen van HAMBERGER te verdedigen.

Om nu de leer van HALLER, en zijne bewijzen er voor, zoo volledig mogelijk mede te deelen, was ik eerst van plan, zijne verschillende geschriften hierover elk afzonderlijk

af te handelen. Daar ik evenwel spoedig inzag, dat ik bij eene dusdanige behandeling in zeer vele herhalingen zou moeten vervallen, heb ik getracht, uit die geschriften een geheel zamen te stellen.

Over de werking der musculi intercostales externi spreekt H. zeer weinig, aangezien de gevoelens hierover ten dien tijde tamelijk overeenstemden. „Credibile est, hos musculos et stabiles reddere costas, ne a musculis depressoribus deorsum se patiantur duci, et praeterea quando contrahuntur elevare."

Even kort als H. is aangaande de externi, even breedvoerig is hij aangaande de interni. De eerste en voornaamste fout, zegt HALLER, die HAMBERGER in zijne verklaring begaat, is, dat hij meende, dat de geheele borstkas te gelijk naar boven bewogen werd en dat de bovenste ribben even bewegelijk waren als de onderste. „Ponit nimirum Cl. auctor machinae suae costam utramque aeque mobilem esse. Sed hujus modi costas Deus nobis non dedit."

Hij begint nu ook dadelijk met te bewijzen, dat de bewegelijkheid der ribben zeer verschilt en toont dit op de volgende wijze aan. Hij nam van eene mannelijke borstkas alle weeke deelen, behalve de banden, weg. Vervolgens bepaalde hij door het aanhangen van verschillende gewigten, de bewegelijkheid der verschillende ribben. Hierbij nu zag hij, dat de eerste rib door het aanhangen van vier medicinale oncen zeer weinig naar beneden ging.

De	tweede	rib	ging	door	6	drachma	naar beneden.
„	derde	„	„	„	$4\frac{1}{2}$	„	„ „
„	vierde	„	„	„	4	„	„ „

Vervolgens sloeg hij bij dezelfde borstkas kleine spijkers in de ribben, zoo als hij zich uitdrukt, „ut ad incitationem machinae Cl. HAMBERGER fingerem."

De spijker in de eerste rib plaatste hij verder van de wervelkolom, dan die in de tweede rib. Vervolgens deed hij éénen draad om de beide spijkers. Wanneer hij nu aan dezen draad trok, dan zag hij telkens, dat de tweede rib naar de eerste bewogen werdt. De eerste naderde nooit tot de tweede.

Deze proef herhaalde hij dikwijls en deed ze bij alle ware ribben; telkens zag hij, dat de onderste naar de bovenste toe bewogen werd. Vervolgens sloeg hij spijkers in alle ware ribben. Deze alle nu door draden met elkander verbindende en er gewigten aan hangende, zag hij, dat alle ribben naar boven en buiten bewogen en tevens de tusschenribbige ruimten kleiner werden. Het sternum werd tevens van de wervelkolom bewogen. Wanneer hij vervolgens weder de borstkas aan zich zelve overliet, dan werd zij van alle kanten zamengetrokken; de tusschenribbige ruimten werden grooter, het borstbeen naderde meer naar de wervelkolom.

Deze proeven herhaalde HALLER dikwijls en kwamen telkens tot de zelfde uitkomst.

Door deze proef nu toonde HALLER wel aan, dat de bovenste rib de onbewegelijkste is en dat de bewegelijkheid naar beneden gradatim toeneemt; doch hiermede is de werking der spieren nog niet verklaard. Deze proeven heb ik zelf herhaald en zal dus later nog hierop terugkomen.

De werking der spieren verklaart HALLER nu op de volgende wijze.

De inademing, zegt hij, is eene levende kracht; de uitademing heeft geene hulp noodig; de zonder geweld opgehevene borstkas daalt van zelve weder naar beneden, en de ribben keeren in den toestand van uitademing terug door den aard van hunne gewrichten en banden, en de zelfde ligging behouden zij in het geraamte, dat van alle spieren ontbloot is. Nu is het minder noodzakelijk om voor de gewone ademhaling spieren aan te brengen, die de uitademing zouden bewerkstelligen, daar deze van zelve geschiedt en door den dood zelfs wordt voortgebragt, terwijl er volstrekt geene andere oorzaak in de borst aanwezig is.

De tusschenribbige ruimten worden kleiner bij de inademing, grooter bij de uitademing. Indien er spieren bij de uitademing werkzaam waren, dan moesten deze spieren zich verlengen, terwijl zij werkten; dit nu is onmogelijk, want de

werking der spieren is onafscheidelijk van hare zamentrekking.

Wanneer nu draden, hoe ook hunne rigting wezen moge, tusschen eene bovengelegene, onbewegelijke en eene daaronder gelegene, bewegelijke rib gespannen worden, dan is er geen twijfel aan, of de bewegelijke rib zal naar de onbewegelijke toe bewogen worden.

Indien de rigting zoodanig ware, dat de aanhechting der spier aan de bovenste rib verder van het middelpunt van beweging verwijderd was, dan de aanhechting aan de onderste rib, dan zoude daardoor hare werking verminderd, doch niet veranderd worden. Indien de bovenste rib niet bijna geheel onbewegelijk was, maar toch onbewegelijker dan de daarop volgende, dan zoude men moeten vragen, welke kracht grooter was, óf de grootere afstand van het hypomochlion, óf de meerdere vastheid der bovengelegene rib. Indien de afstand meer vermag, dan zal de bovengelegene rib nederdalen; de ondergelegene rib zal daarentegen stijgen, wanneer de vastheid meer vermag. De grootere afstand van het hypomochlion nu is zeer gering „perexiguum", en hij bedraagt niet meer dan het twintigste gedeelte van de geheele rib. —

Zoover HALLER. Het eerste gedeelte van zijne redenering is voor de rustige ademhaling waar; doch wanneer men diep uitademen wil, dan is er wel degelijk spierkracht noodig, en, zoo als later blijken zal, zijn het vooral de m. intercostales interni, die hierbij in aanmerking komen.

Wat betreft HALLER's redenering aangaande het veranderen der tusschenribbige ruimten, deze is voor het buikademen juist. Voor het borstademen kan zij niet doorgaan, daar bij deze laatste type van ademhaling de tusschenribbige ruimten zich juist omgekeerd verhouden, dan bij het buikademen.

Op het overige valt, naar mijn inzien, niets aan te merken.

Het besluit, dat HALLER nu uit deze redenering en uit zijne latere te vermelden proeven afleidt, meen ik woordelijk te moeten mededeelen:

„Quaeritur, num musculi intercostales interni costas levent, an deprimant? Si levant, eorum actio percipietur, dum animal inspirat et costae adscendunt: iidemque musculi quiescent, dum costae descendunt et animal exspirat. Si levant iidem costas, agent eodem cum intercostalibus externis tempore: de quibus musculis nulla lis est, et cum intercartilagineis.

Interroga naturam! en ejus responsum. Exiguo temporis momento, antequam inspiratio incipiat, musculi intercostales interni in motum aguntur et trahuntur. Idem eorum musculorum status perstat, dum costae adscendunt et iidem musculi, in quorum actionem inquirimus, tument, rugis crispantur, eorum lacerti per intervalla subnata diffinduntur; indurescunt iidem situm mutant, magis perpendiculares fiunt et insigniter breviores. Mensurae quidem abbreviationis diversae sunt."

Om deze uitspraak nu te bewijzen en aldus de leer van HAMBERGER te wederleggen, nam HALLER jaren achtereen een tal van proeven op levende dieren. Al deze proeven kan ik natuurlijk niet mededeelen, daar HALLER er in de genoemde werken meer dan 70 beschrijft. Zij komen overigens ook alle met elkander overeen. Bij sommige dieren evenwel waren zij sprekender; dit is vooral het geval bij honden. Het is dan ook daarom, dat ik hier eene op eenen hond genomene proef van HALLER mededeel.

Exp. in cane.

Nudato intercartilagineo et interno musculo visum est, hos musculos, qui unicum revera efficiunt, in inspiratione una turgere, eodemque tempore durescere et directiones fibrarum mutari, ut magis perpendiculares fiant et carnes in lacertos findi, per intervalla parallela separatos.

In exspiratione iidem musculi complanantur, ad suos angulos naturales redeunt, manentque in eo statu ad novam usque inspirationem.

Eodem tempore adparuit rotatio manifestissima costarum

super binos cardines, vertebrarum, sternique. Partes earum cartilagineae majorem angulum cum sterno faciebant et ad lineam horizonti parallelam accedebant. Id in costis sub inspiratione fit, eodemque tempore, quo musculi intercostales interni contrahuntur. Ut haec phaenomena se ostendant, intentissima inspiratione opus est.

Thoracem reliqueram integrum; eum nunc aperui, respirationemque reddidi molestiorem, animal summo conatu respiravit; musculi intercostales maxima vi laboraverunt, pulmones inter exspirationem de pectore exierunt et una mediastinum in speciem omenti inflatum. In inspiratione et pulmo et mediastinum in pectus redibat.

Pectus in inspiratione non valde latius fieri videbatur, hinc intervalla costarum non multum intumescunt, sed tensa fiunt et dura quasi, musculis tunc agentibus repleta. Sed in exspiratione pectus horum animalium insigniter longius fit, quod ex descensu insigni pulmonum colligitur, quos pectus resorbsit.

De overige proeven komen in de hoofdzaak met deze overeen. Daar ik deze proeven veelvuldig zelf gedaan heb, zoo moet ik zeggen, dat HALLER alles, wat bij dergelijke proeven waar te nemen is, zeer naauwkeurig en juist beschrijft. Deze proeven zijn evenwel, zoo als later blijken zal, niet voldoende, om de leer van HAMBERGER te wederleggen. Ja, zij verklaren niet eens de ademhaling, zoo als HALLER die opvat: zij zijn alleen van gewigt voor het buikademen, omdat bij deze dieren bijna uitsluitend het buikademen voorkomt.

Wanneer wij nu de theorie van HAMBERGER naast die van HALLER plaatsen, dan moeten wij bekennen, dat HALLER op verre na de theorie van HAMBERGER niet wederlegd heeft. De theorie van HALLER werd evenwel algemeen aangenomen, hetgeen misschien is toe te schrijven eensdeels aan den bitsen toon, waarop HAMBERGER van HALLER sprak, anderdeels aan de gemoedelijkheid van HALLER, waarmede hij zich over dezen twist uitdrukte. „Ut interim liceat, inter miserias vitae humanae etiam istam deplorasse, potuisse ob res adeo ab

omni utilitate proprio, atque conservatione nostri remotas, tantas iras tantasque et tam acerbas nobis intentari lites."

De dissertatie van [1]) TRENDELENBURG bragt er misschien ook nog veel toe bij, dat de leer van HALLER zoo algemeen ingang vond. De voorname verdienste van TRENDELENBURG is, naar mijn inzien, deze, dat hij het eerst de verschillende vormen der borstkas bij de uit- en inademing trachtte te bepalen. De teekening, die hij hiervan geeft, is vrij naauwkeurig, en hij heeft daar vooral duidelijk aangetoond, hoe bij de inademing de hoek grooter wordt, dien de ribben met de kraakbeenderen maken. Ook heeft hij de as der ribben zoeken te bepalen en deze door teekeningen duidelijk te maken. Wat deze as betreft, moet ik evenwel zeggen, dat ze niet geheel en al juist is, daar hij ze midden door den hals en het hoofdje der ribben laat gaan, hetgeen, zoo als ik later zal aantoonen, niet geschieden kan. De werking der spieren verklaarde hij geheel en al in den geest van HALLER.

Hierna bleef dit punt onaangeroerd, totdat in 1842 de heeren BEAU et MAISSIAT [2]) het weder opnamen. In de eerste plaats trachtten zij de beweging der borstkas bij de ademhaling te bepalen. Door hunne onderzoekingen nu meenden zij geregtigd te zijn, drie typen van beweging aan te nemen: de abdominale, de infracostale en supracostale. De abdominale geschiedt, volgens hen, alleen door de buikwanden, en wel uitsluitend door het middenste gedeelte. De infracostale geschiedt door de onderste ribben, van de zevende te beginnen; de zesde wordt reeds zeer weinig bewogen; vervolgens neemt de beweging naar boven toe af, zoodat de tweede en eerste rib, alsmede het bovenste gedeelte van het sternum, geheel onbewegelijk blijven, terwijl het onderste gedeelte van het sternum eenigzins aan de beweging deelneemt. Bij de supracostale zijn vooral de eerste en tweede rib, het sleutelbeen en het bovenste

---

[1]) Th. F. TRENDELENBURG De sterni costarumque in respiratione vera genuinaque motus ratione. Göttingae 1779.

[2]) Recherches sur le mecanisme des mouvements respiratoires. Arch: gen. 1842. 4me Serie, t. I. p. 269.

gedeelte van het borstbeen werkzaam; van de derde rib af wordt de beweging allengs minder.

De mensch zoude gewoonlijk volgens een dezer typen ademen. Bij zeer moeijelijke respiratie zoude eene combinatie van twee, in zeer zeldzame gevallen van alle drie kunnen plaats hebben. Tot aan het derde levensjaar is de abdominale de gebruikelijke; daarna ontwikkelt zich bij het vrouwelijk geslacht meestal de supracostale, terwijl bij het mannelijk geslacht de abdominale of infracostale de meest gebruikelijke is.

Het aannemen van deze drie typen schijnt mij toe niet juist te zijn, daar de abdominale en infracostale niet gescheiden kunnen worden. Dat bij moeijelijke respiratie alle drie typen zouden kunnen zamenvallen, is onjuist; want men kan niet te gelijk met het onderste en bovenste gedeelte van de borstkas zoo diep mogelijk inademen. Het opgegeven onderscheid bij de beide geslachten komt mij voor juist te zijn. Dit onderscheid was trouwens reeds lang vóór hen door BOERHAAVE en HALLER duidelijk in het licht gesteld.

De Anatomie, die zij van de borstkas geven, bevat voor ons onderwerp niets meldenswaardig.

De werking der tusschenribbige spieren is, volgens deze geleerden, zeer beperkt: zij meenden, dat deze spieren bij de inademing geheel en al onwerkzaam waren. Bij hevige uitademing evenwel waren zij werkzaam. Zij zijn dus volgens hen uitademingspieren. Deze geleerden waren tot deze uitspraak gekomen, ten gevolge van proeven op levende dieren. Zij namen, namelijk, de musculi intercostales, zoowel de interni als externi, bij eenen levenden hond weg. Nu zagen zij, dat de ondergelegene rib niet stil bleef, maar even goed naar boven ging en dat het geheele daar ondergelegene gedeelte van de borstkas zich regelmatig bij elke inademing bleef uitzetten.

De onjuistheid van bovengenoemd besluit uit deze proeven ligt voor de hand. DEBROU [1]) merkt dan ook reeds op, dat deze proeven in geenen deele bewijzen, dat de musculi intercosta-

---

[1]) Notes sur l'action des muscles intercostaux, Gaz. med. t. XI, p. 344.

les externi geen inademingspieren zijn; want al de ribben, zegt hij, zijn meer of minder vast in hare bewegingen, en de zamentrekking van de ongeschondene tusschenribspieren, tusschen de zevende en achtste rib, alsmede van de spieren in de daarboven gelegene ruimten, moet op deze ribben, en bij gevolg ook op de zevende, hetzelfde uitwerksel hebben, als vóór het doorsnijden der spieren in de zesde tusschenribbige ruimte. Het voortgaan der bewegingen bij de inademing in dat gedeelte der borstkas, dat aldus gescheiden is, is juist een bewijs ter gunste van hen, die aan de buitenste tusschenribspieren het vermogen toeschrijven om de ribben te kunnen opligten. Tot hiertoe DEBROU. Mij dunkt ook, dat de heeren BEAU et MAISSIAT hebben voorbijgezien, dat, aangezien alle ware ribben met het borstbeen zijn verbonden, zij ook met dit been bewogen worden. Wanneer nu de vijf bovenste tusschenribbige ruimten ongedeerd zijn gebleven, dan zal, wanneer de hier gelegene spieren werken en de ribben en het borstbeen in beweging brengen, natuurlijk ook de zevende rib moet bewogen worden.

Dr. HUTCHINSON [1]) heeft de leer van HAMBERGER weder in het leven geroepen en het mathematisch bewijs van HAMBERGER nog verder ontwikkeld en toegelicht.

De werking der spieren drukt hij aldus uit:

Al de musculi intercostales externi heffen de ribben op, en zijn derhalve inademingspieren.

De musculi intercostales interni hebben eene dubbele werking. Dat gedeelte, wat tusschen de beenderen ligt, voert de ribben naar beneden en naar elkander, en behoort dus tot de uitademingspieren en de antagonisten van de externi.

Dat gedeelte, wat tusschen de ribbenkraakbeenderen ligt, behoort tot de inademingspieren, aangezien zij de kraakbeenderen en daarmede de ribben daardoor naar boven worden gevoerd.

HUTCHINSON stelt de werking der interni veel te beperkt

---

1) Cyclopaedia of Anatomy, part XXXVIII en XXXIX.

voor. Eene uitvoerige kritiek zal hier overbodig zijn, daar ik op dit punt later nog moet terugkomen.

Sibson [1]) stelt ons de werking der musculi intercostales zeer zamengesteld voor. Hij meent, namelijk, dat zij aan verschillende gedeelten van de borstkas ook eene verschillende werking zouden hebben. Hij is tot dit besluit gekomen door metingen van de lengte der spieren op verschillende gedeelten van de borstkas, waar hij door inblazen van lucht de inademing trachtte na te bootsen. Deze proeven heb ik zelf herhaald, zoowel aan borstkassen van menschen als van dieren. Voor de verklaring van de werking dezer spieren zijn zij echter van geene de minste waarde. De reden hiervan is daarin gelegen, dat door het inblazen van lucht de borstkas zich geheel anders uitzet, dan bij het gewone inademen. Het is dan ook daarom, dat ik de uitspraak van sibson voor onaannemelijk moet verklaren.

Magendie [2]), dien men met regt den hersteller der experimentele physiologie mag noemen, tracht voor het eerst de leer van haller omver te werpen en eene geheel nieuwe in te voeren. Van hamberger's leer spreekt hij, zonderling genoeg, in het geheel niet. Hij zegt alleen, dat het mechanisme van de beweging der borstkas aanleiding gegeven heeft tot hevige discussiën tusschen achtenswaardige schrijvers. Over dit twisten nu omtrent dit punt verwondert magendie zich grootelijks, daar, naar zijn oordeel, niets eenvoudiger is om te begrijpen, dan juist dit mechanisme. Hoe hij dit mechanisme zoo eenvoudig en gemakkelijk te begrijpen noemen kan, is mij onverklaarbaar, daar het toch zeer zamengesteld en voor vele wijzigingen vatbaar is.

Vooreerst trekt magendie te velde tegen de bewering van haller, dat de eerste rib verreweg de onbewegelijkste zoude wezen en zegt, dat hij niet vatten kan, hoe zulk een bekwaam waarnemer als haller tot zulk een denkbeeld gekomen

---

[1]) Philosophicals transactions, 1846, p. 501.

[2]) Précis élem. de Physiol, p. 34 etc. 1838.

is. Want, zegt hij, de bewegelijkheid der ribben neemt niet, zoo als HALLER meent, van boven naar beneden gradatim toe, maar zij neemt juist af. Dit punt ontwikkelt hij verder aldus. Om over den graad van bewegelijkheid der verschillende ribben goed te oordeelen, moet men vooronderstellen, dat zij allen even lang zijn. Want eene kleine beweging in het gewricht van eene rib zal aan haar uiteinde groot schijnen, wanneer zij lang is; daarentegen zal eene grootere beweging in het gewricht van eene kleinere rib aan haar uiteinde kleiner schijnen. Wanneer men nu de ribben allen even lang vooronderstelt, dan is het zeer duidelijk, dat de bewegelijkheid van boven naar beneden afneemt.

Deze wijze van opvatting is, naar mijn inzien, minder goed; men mag hierbij niet iets vooronderstellen, dat zoo niet is, maar wij moeten alles beschouwen, zoo als het werkelijk voorkomt.

Verder zoekt MAGENDIE dit punt nog door de ontleedkundige verhouding der gewrichten te bewijzen. Hierbij wijst hij er vooral op, dat de eerste rib slechts met eenen wervel geleedt en geen lig. internum, noch een lig. costo-transversarium heeft. Deze ontleedkundige punten zijn juist, en wanneer men ook de ribben van het sternum losmaakt, dan neemt ook de bewegelijkheid van boven naar beneden tot aan de zevende rib af. Dit is evenwel juist omgekeerd, wanneer de ribben in hare natuurlijke verbinding gebleven zijn. Het verschil van dikte en lengte der verschillende kraakbeenderen, alsmede hunne verbindingen met het sternum, geven hier de verklaring van. Dit laatste heeft MAGENDIE geheel en al over het hoofd gezien, en hierdoor is hij tot eene geheel verkeerde conclusie gekomen. Het volgende, wat MAGENDIE aangaande dit punt van HALLER zegt, zoude ik dus liever van MAGENDIE zelf zeggen: „Il est difficile de concevoir, comment un observateur aussi habile que HALLER (MAGENDIE), a pu avancer et soutenir une pareille idée."

Over de werking der spieren is hij zeer kort en zegt, dat de leer van HALLER daarom niet goed is, omdat de verkla-

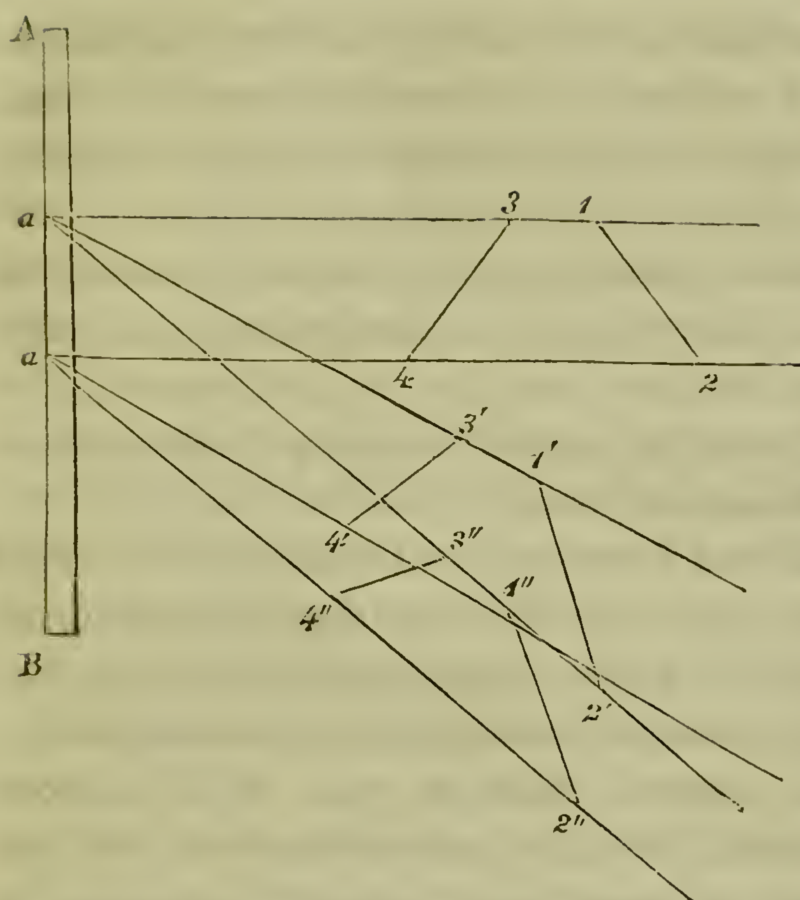
ring van HALLER zich geheel en al grondt op de mindere bewegelijkheid der eerste rib. MAGENDIE gelooft ook niet, dat de tusschenribspieren alleen de ribben kunnen opligten. "Je ne pense pas, que les intercostaux internes ou externes puissent seuls, quoi qu'on en ait dit, produire l'élévation des côtes." Hiervoor, zegt hij, zijn er andere spieren aangebragt. Welk eene functie MAGENDIE aan deze spieren toeschrijft, is mij uit het hoofdstuk Respiration van zijn Precis élém. de Physiologie niet klaar geworden.

In den laatsten tijd verkreeg de leer van HAMBERGER en HUTCHINSON eenen gewigtigen steun, doordat twee coryphaeën op het gebied der Physiologie zich voor dezelve verklaarden. Het was namelijk in 1853, dat DONDERS, in zijn Handboek der Physiologie, deze leer met de hem eigene helderheid uiteenzette. In 1856 was het LUDWIG, die zich insgelijks daarvoor verklaarde.

DONDERS zet zijn gevoelen aldus uiteen.

Elke spier, zegt hij, die een of meer der tien bovenste ribben helpt opligten, werkt op alle ribben te gelijk, en tevens op het borstbeen. Zij werken dus ook allen gezamentlijk, en wij hebben slechts te onderzoeken, van welke spieren de aanhechtingspunten, bij het opstijgen der ribben, tot elkander naderen, om te weten, welke spieren hierbij in werking treden. Tot deze spieren nu brengt DONDERS de levatores costarum longi et breves en de musculi intercostales externi. De werking van deze laatsten wordt bepaald door de rigting hunner vezelen, namelijk van boven naar beneden en van achteren naar voren. Hierdoor wordt te weeg gebragt, dat de beide aanhechtingspunten elkander naderen, wanneer de ribben eenen meer horizontalen stand aannemen en dus opgeligt worden.

DONDERS tracht dit door de volgende schematische figuur duidelijk te maken.



A B de wervelkolom; *a a* de steunpunten van twee ribben op deze kolom. Zijn de ribben gerigt *a* 1″, *a* 2″, dan drukt 1″ 2″ de rigting der vezelen van de musculi intercostales externi uit; stijgen nu de ribben tot in *a* 1′ *a* 2′, dan wordt de rigting uitgedrukt door 1′ 2′; en staan de ribben loodregt op de wervelkolom als *a* 1 en *a* 2, dan wordt de rigting der vezelen van genoemde spieren uitgedrukt door 1 2. Hieruit nu volgt, dat, bij het opligten der ribben, de aanhechtingspunten der musculi intercostales externi tot elkander naderen; dat dus door de zamentrekking dezer vezelen de ribben opgeligt worden, en wel geheel onafhankelijk van eene bevestiging der bovenste ribben door de musculi scaleni of anderzins.

De gewone uitademing eischt, volgens DONDERS, zeer geringe spierwerking. De musculi intercostales interni treden hierbij evenwel in het spel. Hunne werking verklaart hij aldus: in de bovenstaande schematische figuur stellen de lijnen tusschen de cijfers 3 en 4, 3′ 4′, 3″ 4″, de verschillende rigting van de vezelen dezer spier voor.

Het is duidelijk, dat 3″ 4″ kleiner is dan 3′ 4′, en deze weder kleiner dan 3 4. De aanhechtingspunten dezer spieren naderen dus tot elkander, wanneer de ribben dalen; het gevolg dus van hare zamentrekking moet daling der ribben zijn. Het is vooral bij diepe uitademing, dat deze spieren in werking treden.

Deze beide verklaringen zijn, naar mijn inzien, zoo juist, dat er niets op valt af te dingen en, zoo als wij later zien zullen, voor het borstademen, met eene geringe wijziging, van volle kracht.

Ludwig [1]) stemt geheel en al met donders overeen, en zijn bewijs is ook hetzelfde; zoodat ik hiervan geene nadere melding behoef te maken.

Merkel [2]) zegt, dat bij diepe inademing de wervelkolom convexer en daardoor de wervelkolom naar achteren verwijd wordt. Meissner komt in zijn Jahresbericht van 1856 hiertegen op en zegt, dat bij elke diepe inademing de wervelkolom uitgestrekt wordt. Deze aanmerking van meissner is voor het borstademen zeer juist; bij het buikademen daarentegen heeft merkel volkomen regt. Want wanneer men zoo diep mogelijk met het onderste gedeelte der borst inademt, dan wordt de wervelkolom werkelijk convexer, en daardoor de ruimte van voren naar achteren eenigzins grooter. Merkel heeft dit evenwel niet duidelijk uit elkander gezet.

Merkel spreekt over de werking der tusschenribbige spieren zeer breedvoerig.

Vooreerst merkt hij op, dat de ribben niet direct opgeligt kunnen worden, maar dat, wanneer zij door eene kracht opgeheven worden, elk punt der rib, van den hoek af, een gedeelte van eenen naar boven en buiten gerigten cirkelboog moet doorloopen. Verder zegt hij, dat voor de gewone uitademing geene bijzondere spierwerking noodig is. Dit kan men toch waarlijk niet als een bewijs tegen de leer van hamberger beschouwen. Aangaande de werking der externi stemt merkel geheel en al met de leer van hamberger overeen. De werking der interni, zegt hij, is dezelfde als die der externi, slechts met dit verschil, dat de rigting der kracht eene tegenovergestelde is.

Ik heb mij veel moeite gegeven om in merkel's wijdloopige

---

[1]) Physiologie des menschen, 1856, p. 308—310.

[2]) Anat. und Phys. des menschl. stim-und sprach-organs, p. 7.

verhandeling een voldoend bewijs voor dit laatste punt te vinden. Dit is mij evenwel niet gelukt.

MEIJER [1] zegt: de ribben verbinden zich met de wervelkolom door twee gewrichten, die te zamen eene as hebben; hierdoor worden de beide gewrichten als het ware een, dat naar zijn hoofdkarakter een draaigewricht is, met het lig. cap. costae intermedium als „Spitsenband." Over de werking der spieren drukt M. zich aldus uit. Onder zekere omstandigheden kunnen de beide lagen der schuinsche tronkspieren, doordat de ribben er tusschen gevoegd zijn, de borstholte verwijden. Wanneer evenwel het bekken vast staat, dan kunnen zij ook de ribben naar beneden trekken.

Naar mijn inzien, drukt zich MEIJER te onbepaald uit, om er eene kritiek van te geven.

In de „Verhandlungen des Naturhistorischen Vereines der Preussischen Rheinlände und Westphalens (1856)" deelde HELMHOLTZ het volgende omtrent ons onderwerp mede. Elke rib is door twee gewrichten met de wervelkolom verbonden, en wanneer zij van het borstbeen losgesneden wordt, dan draait zij zich om eene door de beide gewrichten bepaalde as, die van binnen en voren naar achteren en buiten gerigt is. Daar nu de voorste einden der ribben alle lager gelegen zijn dan de achterste bevestigingspunten, zoo is het gevolg van eene draaijing altoos dit, dat het vooreinde der rib, terwijl het naar boven gaat, zich van het middenvlak des ligchaams en van het borstbeen verwijdert. Zoolang nu de ribben met het borstbeen verbonden zijn, kunnen zij zich daarvan niet verwijderen en daarom kunnen zij slechts naar boven gevoerd worden, wanneer zij zelve en hare kraakbeenderen zich te gelijker tijd buigen. Wanneer men vervolgens het borstbeen tusschen elk paar ribben doorzaagt, dan verkrijgt men ribbenringen, die achter aan de wervelkolom alleen door gewrichten verbonden zijn: zij kunnen zich in deze gewrichten evenwel niet vrij bewegen, maar hebben veeleer eene even-

---

[1]) Lehrbuch der Physiologischen Anatomie des Menschen, 1856, p. 66.

wigtsstand, in welken zij steeds terugspringen, wanneer zij of naar boven of naar beneden daaruit gebragt zijn.

De veerkracht der bovenste ribben is het sterkste; zij neemt naar beneden toe af. De borstkas kan derhalve als een korf van veerkrachtige staven beschouwd worden, van welke ieder een' evenwigtsstand heeft, uit welken zij bij de inademing door de spierwerking verwijderd worden, en waarin zij bij de uitademing van zelve weder teruggaan. De uitademing schijnt bij het rustige ademen alleen door het ontspannen (Nachlassen) der inademingspieren bewerkt te worden; de uitgang der lucht wordt door de vernaauwing der stemspleet gewoonlijk nog bemoeijelijkt, om de uitademing te vertragen.

Door de buigzaamheid der ribben kan de borstkas bij inademen zeer verschillende vormen aannemen.

Uit deze gegevens besluit HELMHOLTZ, dat de musculi intercostales externi bij de respiratio thoracica, de interni bij de vespiratio abdominalis werkzaam zijn.

Deze korte mededeeling van HELMHOLTZ is, naar mijn inzien, het beste, wat over ons onderwerp geschreven is. Hier wordt namelijk voor het eerst, bij het verklaren van de werking der spieren, acht gegeven op twee typen van ademhaling. Dat dit noodzakelijk is, zal ik later nog nader aantoonen.

MEISSNER [1]) meent voorloopig, op de volgende anatomische gronden, zich tegen de leer van HAMBERGER te moeten verklaren.

De musculi intercostales interni, zegt MEISSNER, zijn voor aan de ribben door de rigting hunner vezelen, hetzelfde als de externi voor het achterste gedeelte der ribben. Het eenvoudige bewijs van HAMBERGER kan hier direct toegepast worden. Verder, zegt hij, dat de intercostales interni tusschen de kraakbeenderen der ribben niet alleen versterkt worden, maar dat zij hier zelfs uit twee lagen bestaan. Bij sterkgebouwde individus is het volgens hem zeer gemakkelijk om deze platen van elkander te scheiden.

---

[1]) Jahresbericht 1856, p. 490 u. s. w.

Dit laatste kan ik MEISSNER niet toestemmen. Waar is het, dat de musculi intercostales interni tusschen de kraakbeenderen versterkt worden; doch twee lagen heb ik nooit kunnen scheiden, hoe naauwkeurig ik deze spieren ook praepareerde. Ja, bij een zeer sterk gespierd individu, dat ik zeer naauwkeurig op dit punt onderzocht, en waar de pectorales majores op het borstbeen met elkander vergroeid waren, terwijl aan beide zijden van de linea alba een dikke spierstrook naar den m. pectoralis major ging, is mij niet gelukt, twee afzonderlijke lagen daar te stellen.

HENLE [1]) zegt ook, dat de vezelen van de musculi intercostales interni tusschen de kraakbeenderen wel versterkt worden, maar niet regelmatig en scherp genoeg gescheiden zijn, om twee lagen te kunnen aannemen.

Ten tweede, zegt MEISSNER, dat de musculi intercostales interni juist daar ontbreken, waar zij ontwijfelbaar de ribben naar beneden zouden trekken, namelijk aan het achterste gedeelte tot aan de anguli. Deze beide feiten — het sterker worden dezer spieren, waar zij de ribben opligten en het ontbreken, waar zij de ribben zouden nedertrekken — doen hem tegen de leer van HAMBERGER stemmen. MEISSNER belooft ons hierop nog nader te zullen terugkomen.

ZIEMSSENS [2]) verhaalt ons het volgende van de werking dezer spieren. Bij een overigens sterk gebouwd man ontbrak de m. pectoralis minor en de portio sterno-costalis van den pectoralis major aan de regter zijde, zoodat de bovenste tusschenribbige ruimten goed konden onderzocht worden. Bij elke inademing zonken de tusschenribbige ruimten veel dieper in en kwamen bij de uitademing weder in het niveau der ribbenvlakte. Hij overtuigde zich nu duidelijk dat bij elk inzinken, gedurende de inademing, de ondergelegene rib naar boven gevoerd werd. Bij diepe inademing zonken de tusschenribbige ruimten in het begin in; later daarentegen kwa-

---

[1]) Anat. 3 abt. S. 97.

[2]) Die electricität in der Medicin, Augsburg 1857.

men zij in het niveau der ribbenvlakte, en men kon duidelijk de zamentrekking der intercostales externi voelen.

Wanneer ZIEMSSENS met alle kracht de onderste rib naar beneden drukte, en tevens de spieren in de tusschenribbige ruimte sterk prikkelde, dan kon hij niet bemerken dat de daarboven gelegene rib naar beneden ging; de drukkende vinger werd eerder naar boven gebragt. Door eenen sterken stroom kon ZIEMSSENS den weerstand der ligamenta coruscantia overwinnen, en zoo op de musculi intercartilaginei werken. De zamentrekking van deze veroorzaakte eene geringe opheffing der ondergelegene rib. Deze waarneming bewijst niets tegen de leer van HAMBERGER.

BUDGE [1]) begint zijne verhandeling met eene niet zeer juiste geschiedkundige inleiding. Hij zegt, namelijk, dat de strijd over dit onderwerp zeer oud is, en met FRANCISCUS BAYLE begint. Zoo als ik heb aangetoond, begint deze strijd reeds veel vroeger. Met ware verbittering, zegt hij verder, werd hij tusschen HAMBERGER, 1755, en A. V. HALLER, 1777, gevoerd. Dit is ook niet juist, daar HAMBERGER dit punt het eerst in 1727 en het laatst in 1751 behandelde. Ook HALLER heeft niet later dan 1763 over dit punt geschreven. Verder vermeldt B. nog sommige geleerden, die over dit punt geschreven hebben. Na deze historische inleiding, zegt B., dat hij langs twee wegen de werking der tusschenribbige spieren wil verklaren:

„A. auf physikalischem,"

„B. auf experimentellem Wege."

Deze beide wegen bewandelt B., waar het met zijne theorie strookt, zeer langzaam en als het ware voet voor voet; waar zich echter hinderpalen bevinden, neemt hij, om zoo te zeggen, een loopje, en springt er vlug over heen.

Daar B. van de zamentrekking der spieren uitgaat en daarnaar de bewegingen bepaalt, zoo is zijn uitgangspunt niet het

---

[1]) Archiv für physiologische Heilkunde, J. 1857. B. 1.

regte; want om de werking der spieren te bepalen, moet men immers van de bewegingen uitgaan.

Eerst nu geeft B. eene teekening en verklaring van het schema van HAMBERGER, en tracht daarna aan te toonen, dat dit schema op de ribben niet toepasselijk is. Teregt zegt MEISSNER hiervan in zijn referaat van BUDGE's verhandeling: „Der Unterschied, welchen B. hervorheben will, ist freilich nich ausgedrükt mit den Worten: die Rippen drehen sich um eine Axe, können nicht auf- und abgeschoben werden, denn um eine Axe drehen sich auch die Stäbe jenes Schema's.''

BUDGE meent nu verder, of liever, neemt als bewezen aan, dat de ribben zich draaijen om eene as, die het capitulum en het vooreinde van het ribbekraakbeen met elkander verbindt. Daar het grootste gedeelte van het bewijs van B. hierop steunt, zoo had hij eerst moeten bewijzen, dat de ribben zich om de door hem aangegevene as draaijen; want allen, die in den laatsten tijd over dit punt geschreven hebben, nemen eene geheel andere as aan. Doch daar B. de verbinding der ribben met de processus tranversi in het geheel niet in aanmerking neemt, zoo wordt het éenigzins begrijpelijk, hoe hij tot het aannemen van die as gekomen is.

Het eerste gedeelte van het bewijs van B. steunt geheel en al op het aannemen van zijne aangegevene as. Daar nu deze as niet de ware is, zoo kan ook zijn bewijs niet goed zijn.

Verder zegt B, dat de ribben van boven naar beneden bewegelijker worden, en herinnert er aan, dat HALLER hierop reeds met nadruk gewezen heeft. Dit is geheel en al waar; doch hierdoor wordt nog geenszins de leer van HAMBERGER wederlegd; want, wanneer men aanneemt, dat de bovenste rib onbewegelijk is, dan zal eene spier bij hare zamentrekking, hoe ook de rigting harer vezelen wezen moge, de ondergelegene rib naar de daar bovengelegene heen trekken; doch dan wordt tevens de tusschenribbige ruimte kleiner.

Dit zelfde kan plaats hebben, wanneer eene bovengelegene rib, ofschoon bewegelijk, evenwel minder bewegelijk dan de daarondergelegene is.

Daar nu bij de borstinademing, en hiervan is bij B. alleen sprake, de tusschenribbige ruimten grooter worden door het opligten der ribben, zoo is het duidelijk, dat door deze grootere onbewegelijkheid der bovenste ribben het bewijs van HAMBERGER niet wederlegd wordt.

Tot hiertoe was BUDGE uitgegaan van de zamentrekking der spieren. Nu gaat hij over tot het onderzoek, of met het opheffen of nederdalen der ribben eene zamentrekking van de eene of andere laag der tusschenribbige spieren verbonden zijn moet, om, zoo als BUDGE zich uitdrukt, „die Probe auf das Exempel machen." Hierin is BUDGE niet zeer gelukkig. Want daar hij niet ontkennen kan, dat de interni bij de inademing langer worden, zoo neemt hij zijne toevlugt tot voorbeelden, hoe spieren korter kunnen worden, zonder werkzaam te zijn, en hoe van den anderen kant spieren langer kunnen worden en daarbij tevens werkzaam zijn. Deze voorbeelden nu zijn waarlijk niet zeer gelukkig gekozen, en ik geloof dat zij ook, op verre na, niet voldoende zijn, om als bewijzen tegen de leer van HAMBERGER te kunnen gelden.

Als voorbeeld van verkorte en toch niet organisch werkzame spieren, voert BUDGE de rigor mortis aan! Als voorbeeld, van verlengde en toch werkzame spieren, een door drekstoffen uitgezet darmstuk! Ten slotte meent BUDGE nog, dat er veel zulke voorbeelden in het ligchaam te vinden zouden zijn, en hij eindigt zijn physisch gedeelte met te zeggen: „Ich musste sehr irren, wenn man der Demonstration, welche uns die Natur gibt, nicht einen grössern Werth beilegen musste, als allen wesentlichen Nebenbedingungen gewinnenden, rein geometrischen Deductionen." Wij daarentegen moeten ons zeer vergissen, of de mathematische bewijzen van HAMBERGER en zijne aanhangers zullen wel eene grootere waarde hebben dan zulke losse gezegden. Ook houden wij ons vast overtuigd, dat HAMBERGER en zijne aanhangers de Demonstratie der natuur beter begrepen hebben dan BUDGE. Hierna gaat hij over tot de experimentele bewijsvoering. BUDGE deelt ons hier proeven mede, even als HALLER, en zegt dat men,

wanneer de externi weggenomen zijn, bij elke inademing de zamentrekking der interni en het kleiner worden der tusschenribbige ruimten zien kan. Deze waarneming is juist; zij pleit evenwel niet voor, maar tegen de leer van BUDGE. Op dit laatste punt zal ik nader terugkomen. Over het algemeen moet ik van de verhandeling van BUDGE zeggen, dat er weinig bewijskracht in gelegen is.

HENLE[1]) houdt eene afwisselende werking van de tusschenribbige spieren, om de analogie met de buikspieren, de verdeeling der zenuwen, voornamelijk evenwel om moeijelijkheden, die de zamentrekking der eene spierlaag zonder de andere veroorzaken zouden, voor onmogelijk. Bij lijken ziet men aldus, vervolgt HENLE, wanneer men de ribben naar boven en beneden beweegt, afwisselend de intercostales externi en interni slap worden; de eerste vormen hierbij verhevenheden naar buiten, en de laatste naar binnen. — Dit afwisselend verslappen der externi en interni spreekt, dunkt mij, eerder vóór eene afwisselende werking dan er tegen. Het vormen van verhevenheden naar binnen, dat storend voor de ademhaling zoude zijn, kan bij het leven wegens de meerdere elasticiteit der levende spier niet groot zijn.

Een ander gebrek van de theorie van HAMBERGER, zegt HENLE is, dat zij het opheffen en nederdalen der ribben en het in- en uitademen als onafscheidelijke begrippen verbindt, daar men toch bij gesloten neus en mond de ribben naar boven en naar beneden brengen en alzoo den vorm der borstkas veranderen kan, zonder gelijktijdige verandering van hare capaciteit. — Hierin heeft HENLE, naar mijn inzien, ongelijk. Wanneer men bij gesloten neus en mond de ribben naar boven brengt, dan wordt de borstkas wijder, even als bij de inademing; maar men vermindert de spanning der lucht in de longen aanzienlijk; en wanneer men de ribben naar beneden brengt, dan wordt de spanning der lucht in de longen grooter. Hetzelfde geschiedt toch ook bij het in- en uitademen.

---

[1]) Anatomie, Abth. 3 S. 100 u. s. w.

Deze begrippen zijn dus in geenen deele van elkander te scheiden.

Verder zegt HENLE, dat deze spieren vooral dienen, om aan de drukking der lucht van buiten, bij de inademing, en bij uitademing aan de drukking, waarmede de lucht uitgedreven wordt, weerstand te bieden. De natuur, zegt hij, heeft het nergens aan het bind- of veerkrachtig weefsel toevertrouwd, om eenen voordurenden weerstand te bieden.

Teregt zegt HENLE, dat de bewegingen der ribben, die voortgebragt worden door de zamentrekking dezer spieren, afhangen van de betrekkelijke bewegelijkheid der ribben. De bewegelijkheid der ribben neemt, volgens HENLE, van de eerste tot de zesde, of zevende af; van deze wederom toe. Dit is waar, wanneer men de ribben van het sternum losmaakt. Wanneer zij evenwel in hare natuurlijke verbinding gebleven zijn, dan neemt de bewegelijkheid van boven naar beneden toe. Voor de verklaring van de werking dezer spieren komt het op het laatste aan. Verder meent HENLE, dat bij diepe inademing de bovenste rib naar boven, de onderste naar beneden zoude gaan. Dit nu gebeurt nooit te gelijk; want bij het diepe borstinademen gaan alle ribben naar boven, bij het diepe buikinademen gaan zij allen naar beneden.

Ik voor mij kan dus in de beschouwing van HENLE ook geen afdoend bewijs vinden, om de leer van HAMBERGER te verwerpen, en die van HALLER aan te kleven.

MEISSNER [1]) komt, zoo als hij beloofd had, op ons onderwerp terug. Hij tracht hier eene door hem gegevene nieuwe theorie te verdedigen. MEISSNER ontwikkelt zijne theorie aldus: De tusschenribbige ruimten worden gedurende de ademhaling bij het opheffen der ribben grooter. Het schema van HAMBERGER schijnt nu te leeren, dat daarbij alleen verlenging der musculi intercostales interni mogelijk is; andere gronden spreken er voor, dat deze spieren bij de inademing werkzaam zijn. Zeer te regt zegt MEISSNER verder, dat men eene goede voorstelling van

---

[1]) Jahresbericht, 1857.

de beweging der ribben hebben moet. Het komt nu, volgens hem, vooral op de twee volgende momenten aan. Deze ontwikkelt hij achtereenvolgens aldus: Gedurende de uitademing liggen de ribben digter op elkander, als het de natuurlijke lengte der niet werkzame spieren vordert; deze zijn gedurende de uitademing niet gespannen, maar geheel slap. Dit heeft vooral plaats aan den zijdelingschen omtrek en bij de middenste en onderste ribben. In dezen toestand zoude door eene zamentrekking der intercostales in het geheel geene beweging der ribben voortgebragt worden, maar het krachtverbruik zoude daarmede verloren gaan, dat slechts de wand der tusschenribbige ruimte sterker gespannen werd. Dat deze spieren bij de uitademing slap zouden zijn, is, naar mijn inzien, onjuist; want eene spier is gedurende het leven nooit slap, maar werkt altijd iets door hare elasticiteit. Hieruit volgt, dat op elke zamentrekking dezer spieren, hoe gering die ook wezen moge, telkens eene beweging der ribben zal moeten volgen, evenredig aan den graad van zamentrekking der spieren. Vervolgens zegt MEISSNER, dat de ribben zich bij de inademing niet alle te gelijk bewegen, maar dat de beweging begint bij de eerste rib, en achtereenvolgens die der overigen volgt. Hierdoor wordt elke bovengelegene rib een vast punt voor de daaronder gelegene. De tusschenribbige ruimte wordt grooter door het opheffen der bovenste rib, terwijl de daaronder gelegene nog in rust is. Dit grooter worden noemt MEISSNER passief, in tegenoverstelling van het schema van HAMBERGER, waarbij de tusschenribbige ruimte grooter wordt door de zamentrekking der externi. Door dit passief grooter worden, zegt MEISSNER, kunnen de musculi intercostales interni op eene ongedwongene wijze als „Hebemuskelnauftreten." — Door dit alles bewijst MEISSNER alleen, dat elke bovengelegene rib tot vast punt gemaakt wordt, voor de daaropvolgende. Dit bewijs nu is op verre na niet in staat om de leer van HAMBERGER te wederleggen. Want hoe MEISSNER het grooter worden der tusschenribbige ruimten ook moge beschouwen, hetzij actief, hetzij passief, zoo kan hij toch niet ontkennen,

dat de punten van aanhechting der interni van elkander verwijderd en bij gevolg deze spieren langer worden. Nu is het wel waar, dat spieren werken kunnen, al worden zij langer, wanneer de last slechts grooter wordt; hiervan spreekt MEISSNER evenwel met geen enkel woord.

Het tweede punt, waarop het volgens denzelfden schrijver aankomt en waarmede hij zijne theorie tracht te ondersteunen, is het volgende: twee b. v. bij de uitademing tegenover elkander gelegene punten worden bij de inademing zóó ten opzigte van elkander verplaatst, dat het punt van de onderste rib verder naar voren gaat. Dit wordt veroorzaakt door het toenemen der neiging der ribben van boven naar beneden. Door deze verplaatsing der punten wordt de rigting van de vezelen der interni meer loodregt. Hierdoor wordt de rigting hunner zamentrekking gunstiger. — Dit laatste is in alle opzigten juist. Doch wij moeten hierbij wel in het oog houden, dat, ofschoon de rigting der vezelen gunstiger wordt, de punten van oorsprong en aanhechting van elkander verwijderd en dus de vezelen langer worden. Wij zien dus, dat ook deze theorie niet onvoorwaardelijk kan worden aangenomen.

Hiermede meen ik aan het historische en voor een groot deel ook aan het critische gedeelte van mijn onderwerp voldaan te hebben.

Alvorens tot het tweede gedeelte over te gaan, moet ik opmerken, dat, naar mijn inzien, de gevoelens der physiologen over ons onderwerp nooit zoo zeer zouden uiteengeloopen zijn, wanneer men bij de verklaring van de werking der tusschenribbige spieren beter op de twee soorten van ademhaling gelet had, die nader zullen ter sprake komen.

TWEEDE GEDEELTE.

VERKLARING VAN DE WERKING DER MUSCULI INTERCOSTALES, GEGROND OP EIGENE ONDERZOEKINGEN.

Om over de werking van spieren, waar die ook mogen voorkomen, een juist oordeel te kunnen vellen, moet men de bewegingen, die werkelijk voorkomen, naauwkeurig kennen. Eene spier oefent niet altijd elke werking uit, waarvoor zij vatbaar schijnt. De bewegelijkheid der deelen, hunne buigzaamheid, de medewerking van sommige spieren, de tegenwerking van andere enz. oefenen daarop grooten invloed uit. Daarom moet men, om de physiologische werking eener spier te kennen, steeds van de bewegingen uitgaan, om daarna te zien, welke spieren daaraan deel nemen.

Om de bewegingen te begrijpen, moet men de deelen kennen, die bewogen worden, en vooral de gewrichten, waarin die bewegingen plaats grijpen. Voorts komen de buigzaamheid en veerkracht der deelen daarbij in aanmerking.

Hieruit volgt, dat wij, om tot eene verklaring van de werking der musculi intercostales te geraken, achtereenvolgens moeten nagaan:

1. De deelen, die bewogen worden, hunne gewrichten, hunne buigzaamheid en hunne veerkracht.
2. De bewegingen.
3. De spierwerking bij deze bewegingen; in het bijzonder die der musculi intercostales.

Dien ten gevolge zullen wij dit gedeelte van onzen arbeid in drie hoofdstukken verdeelen.

EERSTE HOOFDSTUK.

OVER DE BORSTKAS IN HET ALGEMEEN.

De borstkas nadert in vorm dien van eenen kegel, met de basis naar beneden en met den top naar boven gerigt. Zij wordt zamengesteld uit de twaalf borstwervelen, de ribben en het borstbeen. Men onderscheidt aan haar één voorste, één achterste en twee zijdelingsche wanden. De voorwand is de kortste en tevens vlakker dan de overige. Hij is schuins van boven naar beneden en voren gerigt, omdat zijn ondereinde ongeveer tweemaal zoover van de wervelkolom verwijderd is dan zijn boveneinde. De achterwand is door de ligchamen der wervelen sterk naar binnen gebogen en gaat zonder merkbare grenzen in de zijwanden over. De lengte der voor-, achter- en zijwanden verhouden zich ongeveer als 5: 11: 12 duim (HYRTL). Wanneer men eene horizontale doorsnede van de borstkas neemt, dan verkrijgt men eene hartvormige figuur. Eene loodregte doorsnede heeft den vorm van eenen vierhoek, waarvan de zijdelingsche lijnen convex zijn.

De borstkas is boven en beneden open en ter zijde door de tusschenribbige ruimten toegankelijk. De bovenste opening wordt begrensd door den eersten borstwervel, de beide eerste ribben en het manubrium sterni. De benedenste opening, die veel grooter dan de bovenste is, wordt begrensd door den laatsten borstwervel, de beide laatste ribben, de kraakbeenderen van alle valsche ribben en het zwaardvormig uitsteeksel van het borstbeen.

Daar de ribben niet evenwijdig gelegen zijn, zoo kunnen de tusschenribbige ruimten overal niet even groot zijn. Zij zijn het grootste daar, waar de ribben in hare kraakbeenderen overgaan; naar het borstbeen toe worden zij wederom kleiner.

Bij het vrouwelijk geslacht is de vorm der borstkas meer

rond; zij staat tevens, door de grootere hoogte der lendenwervelen en door het niet zoo diep ingezakt zijn van het os sacrum tusschen de beide darmbeenderen, verder van het bekken. Dit is de reden, waarom vrouwelijke voorwerpen over het algemeen slanker zijn dan mannelijke. Dit laatste geldt niet alleen van den mensch, maar ook van alle zoogdieren.

Over de pathologische veranderingen van den vorm der borstkas bij verschillende verkrommingen van de wervelkolom, alsmede over den invloed van keurslijven, over welk laatste punt SÖMMERING [1] een zeer belangwekkend boekje geschreven heeft, behoef ik hier niet te spreken.

BORSTWERVELEN.

De algemeene ontleedkundige eigenschappen van deze wervelen zal ik met stilzwijgen voorbijgaan en slechts dat vermelden wat tot mijn onderwerp betrekking heeft. De hoogte van de ligchamen der wervelen neemt van boven naar beneden toe. De dwarse doorsnede neemt van den eersten tot den vierden toe, van den vierden tot den twaalfden af. De doornvormige uitsteeksels zijn lang, driehoekig, de uiteinden min of meer puntig. De rigting van deze uitsteeksels is schuins van boven naar beneden en achteren; zij liggen, om zoo te zeggen, dakpanvormig over elkander. De dwarse uitsteeksels zijn ook lang en eenigzins naar achteren gerigt.

Het uiteinde van deze uitsteeksels is, behalve bij de beide onderste, knopvormig verdikt. Aan de voorzijde van deze knopvormige uiteinden bevinden zich matig uitgeholde, met kraakbeen bekleede gewrichtsvlakten voor de tubercula costarum. De bovenste en benedenste gewrichtsuitsteeksels hebben eenen verticalen stand. De gewrichtsvlakten zijn regt naar voren en achteren gerigt. Juist voor het begin der bogen bezitten de ligchamen der negen bovenste borstwervelen twee met kraakbeen bekleede gewrichtsvlakten. De tiende borst-

---

[1]) SÖMMERING, Ueber die wirkung der *Schnurburste*. Berlin, 1795,

wervel heeft slechts eene onvolkomene gewrichtsvlakte aan de bovenzijde. De elfde en twaalfde borstwervel hebben beide eene volkomene gewrichtsvlakte.

De bovenste gewrichtsvlakte van den eersten borstwervel is gewoonlijk volkomen, in zeldzame gevallen helpt evenwel de laatste halswervel nog de gewrichtsvlakte voor de eerste rib vormen.

Wanneer men dus de wervelkolom in haar geheel beschouwt, dan ziet men, dat de bovenste borstwervel eene volkomene gewrichtsvlakte voor de eerste rib bezit en dat hij ook nog de gewrichtsvlakte voor de tweede rib helpt daarstellen. De gewrichtsvlakten voor de tweede, tot en met de tiende rib, worden aldus gevormd: de onderste gewrichtsvlakte van eenen bovengelegenen borstwervel verbindt zich door het ligam. intervertebrale met de gewrichtsvlakte van den daaronder gelegenen wervel. Deze geheele vlakte is met kraakbeen bekleed. Voor de elfde en twaalfde rib is de gewrichtsvlakte reeds aangegeven. De vorm van deze gewrichtsvlakten is ovaal; de langste afmeting is evenwijdig aan de sagitale as der wervelen.

Van de banden, die aan de borstwervelkolom voorkomen, zijn voor ons onderwerp van bijzonder belang de ligamenta intervertebralia. Deze banden, die de ligchamen der wervelen met elkander verbinden, bestaan uit korte vezelachtige cylinders, die elkander omvatten. Deze cylinders zijn evenwel niet volkomen concentrisch; zij laten overal tusschenruimten open, die door eene weeke, slijmige, kraakbeenachtige massa gevuld zijn. Daar in het midden de vezelachtige ringen ontbreken, zoo is hier eene grootere hoeveelheid kraakbeen afgezet.

De hoogte of dikte dezer banden is bij de borstwervelkolom, in betrekking tot de hoogte der wervelen, gering. Zij zijn aan de achterzijde hooger dan aan de voorzijde.

BORSTBEEN.

Dit been ligt aan de voorzijde van den tronk. Het is schuins

van boven naar beneden en voren gerigt, zoodat zijn ondereinde verder van de wervelkolom verwijderd is, dan zijn boveneinde. De bovenrand van het handvat ligt tegenover den onderrand van den tweeden borstwervel; zijn onderrand ligt ongeveer tegenover den tienden borstwervel. Aan de zijranden bevinden zich de gewrichtsvlakten voor de ware ribben. Alleen voor de eerste rib is geene gewrichtsvlakte aanwezig, daar deze zich onmiddellijk met de zelfstandigheid zelve van het handvat verbindt. Deze gewrichtsvlakten zijn halvemaanvormige, met kraakbeen bekleede insnijdingen, die naar beneden toe niet alleen kleiner en vlakker worden, maar ook digter bij elkander komen te liggen, zoodat de gewrichtsvlakte van de zesde en zevende rib aan elkander liggen, ja soms in elkander overgaan. De verbinding tusschen het handvat en het ligchaam van het borstbeen is eene synchondrosis. Deze vergroeit evenwel reeds dikwijls op mannelijken leeftijd.

Het vrouwelijke borstbeen onderscheidt zich van het mannelijke door eene grootere breedte van het handvat en door eene grootere lengte van het ligchaam.

Hyrtl [1]) geeft als karakteristiek onderscheid tusschen het vrouwelijke en mannelijke borstbeen aan, dat het handvat van het vrouwelijke borstbeen langer is dan de helft van het ligchaam; terwijl het ligchaam van een mannelijk borstbeen ten minste tweemaal zoolang is als het handvat.

BUIGZAAMHEID VAN HET BORSTBEEN.

Zoo lang de verbinding tusschen het ligchaam en het handvat noch niet vergroeid is, is hier het been tamelijk beweegelijk. De buigzaamheid van het ligchaam van het borstbeen vond ik uiterst gering.

De processus xyphoideus daarentegen is, wegens zijne vezelkraakbeenachtige natuur, zeer buigzaam en kan gemakkelijk naar binnen en buiten gebogen worden.

---

[1]) Top. Anat. S. 435.

De veerkracht van het handvat en van het ligchaam kan men nagenoeg op nul stellen. De processus xyphoideus daarentegen is tamelijk veerkrachtig.

RIBBEN.

Al de ribben zoowel de ware als de valsche kan men verdeelen in twee gedeelten, die zoowel in bouw als in rigting van elkander verschillen. Het achterste en grootste gedeelte, dat uit ware beenzelfstandigheid bestaat, noemt HENLE [1]) os costale, in tegenoverstelling van het voorste gedeelte, dat uit kraakbeen bestaat en cartilago costalis genoemd wordt. Deze beide gedeelten vormen te zamen een gedeelte van een spiraal, met de convexiteit naar buiten.

Het achterste gedeelte van het os costale eindigt in een rond hoofdje; de achtervlakte van dit hoofdje is met kraakbeen bekleed, en wordt bij de tweede en tiende rib door eene dwarse lijn in eene bovenste en eene onderste afdeeling verdeeld. Deze vlakte geleedt met de wervelkolom, en de beide afdeelingen van deze vlakte komen overeen met de gewrichtsvlakten van twee boven elkander gelegene wervelen.

Aan den achterrand bevindt zich het tuberculum, dat bij de tien bovenste ribben eene met kraakbeen bekleede gewrichtsvlakte heeft, ter geleding met de dwarse uitsteeksels der wervelen. Het tuberculum van de elfde en twaalfde rib bezit geen gewrichtsvlakte en is gewoonlijk slechts eene kleine verhevenheid.

Het achterste gedeelte gaat onder een stompen hoek in het voorste gedeelte over. Het vooreinde, dat zich met het kraakbeen vereenigt, is eenigzins verdikt.

Het kraakbeen der ribben heeft afgeronde randen; het is met het beenige gedeelte der rib, waartoe het behoort, innig verbonden. Het vooreinde van de zeven bovenste ribben is verdikt. Deze verdikte uiteinden, behalve dat

---

[1]) Anat. I Abt. S. 53.

der eerste rib, zijn met een synoviaalvlies bekleed, en geleden met het borstbeen.

De kraakbeenderen der overige ribben eindigen spits.

VERSCHIL DER RIBBEN ONDERLING.

a. In lengte. De lengte der ribben neemt van de eerste tot de zevende en achtste toe; van deze wederom af.

b. In kromming. De kromming der ribben neemt van boven naar beneden af.

c. In rigting. Het achtereinde der ribben ligt hooger dan het vooreinde. Zij zijn dus schuins naar beneden en voren gerigt. Deze schuinsche stand is bij de bovenste het grootste, en wordt naar beneden allengs minder. Bij de bovenste ribben is ook de boven- en benedenrand niet direct naar boven en beneden gerigt, maar tevens naar binnen en buiten, zoodat de vlakten niet alleen binnenste en buitenste, maar bijna even goed bovenste en benedenste konden genoemd worden.

d. In bewegelijkheid. Dit verschil zullen wij later uitvoerig behandelen.

VERSCHIL BIJ MANNEN EN VROUWEN.

De ribben bij de vrouw zijn over het algemeen dunner en minder sterk gekromd dan bij den man (HYRTEL).

De eerste en tweede rib zijn bij de vrouw absoluut langer dan bij den man (MECKEL).

De vlaktekromming van het achterste gedeelte der rib is bij de vrouw sterker, de kromming over den kant daarentegen zwakker dan bij den man (HENLE).

De elasticiteit der ribben van de vrouw is veel grooter dan die van den man (HELMHOLTZ).

Dit laatste verschil heb ik bij mijne onderzoekingen dikwijls kunnen constateren.

BUIGZAAMHEID EN VEERKRACHT DER RIBBEN.

De buigzaamheid der ribben hangt grootendeels af van de

lengte en dunheid der ribbenbeenderen, alsmede vooral ook van hunne kraakbeenderen. De buigzaamheid scheen mij toe over het algemeen van boven naar beneden toe te nemen. De veerkracht der ribben vond ik moeijelijk met juistheid te bepalen. Van de derde tot de zevende vond ik de veerkracht het grootste.

GELEDINGEN DER RIBBEN.

a. Met de wervelkolom. De verbinding der ribben met de wervelen is eene dubbelde: één tusschen het hoofdje en de gewrichtsvlakte der wervelligchamen, één tusschen het tuberculum costae en de dwarse uitsteeksels. De beursband van de articulatio costo-vertebralis is dun en wordt door los bindweefsel of door andere banden bedekt.

In de holte van het gewricht vindt men nog het ligamentum capituli costae interarticulare, dat van de crista capituli ontspringt en zich aan het lig. interarticulare vasthecht. Bij de eerste, elfde en twaalfde rib ontbreekt deze band.

Aan de voorzijde wordt de kapselband door eenen straalvormigen hulpband bedekt.

De beursband van de articulatio costo-transversalis is dun en overal door los bindweefsel bedekt.

Wanneer wij deze beide gewrichten vereenigd beschouwen, en dit is noodig om de bewegingen der ribben goed te verstaan, dan zien wij, dat deze beide gewrichten als het ware één gewricht vormen, dat naar zijn hoofdkarakter een draaigewricht is, ofschoon er tevens nog eene op en neder gaande beweging mogelijk is.

b. Met het borstbeen. De vooreinden van de kraakbeenderen der ware ribben, behalve van de eerste, zijn met een synoviaalvlies bekleed en geleden met de gewrichtsvlakten van de zijranden des borstbeens. Deze gewrichten zijn in hare bewegingen zeer beperkt door banden, die van de voorvlakten der kraakbeenderen op de voorvlakte van het borstbeen uitstralen.

c. Onderlinge vereeniging. Van den onderrand van het kraakbeen van de zesde in enkele gevallen reeds van de vijfde

rib, gaat digt bij de verbinding van het kraakbeen met de rib, een tamelijk breed uitsteeksel naar beneden, dat een ander uitsteeksel, welk van den bovenrand van het kraakbeen der zevende rib ontspringt, te gemoet komt. De uiteinden van deze uitsteeksels, die met elkander in aanraking komen, hebben een elliptischen vorm. Het naar beneden gaande is concaaf, het opstijgende convex. Door een fibreusen beursband zijn zij tot een gewricht verbonden. Volgens HENLE [1]) kan men deze gewrichten, articulationes cartilaginum costalium, en de uitsteeksels processus articulares superior et inferior, noemen. Dergelijke gewrichten komen ook tusschen de zevende en achtste en de achtste en negende rib voor.

---

[1]) Anat. 1st Abth. S. 60.

TWEEDE HOOFDSTUK.

OVER DE BEWEGINGEN.

De bewegingen van de borstwervelkolom, voor ons onderwerp van belang, zijn het strekken en het buigen. De naar achteren convexe borstwervelkolom kan zonder eenige moeijelijkheid in eenen regten en ook in eenen eenigzins naar achter gebogenen stand gebragt worden. De buiging naar voren wordt vooral beperkt door de kortheid der lig. intervertebralia aan de voorzijde, in betrekking tot de hoogte der wervelligchamen. De ribben kunnen ook eenigzins bijdragen om eene aanzienlijke buiging naar voren te beletten. Het draaijen der borstwervelkolom om hare as wordt belet door den verticalen stand der gewrichtsuitsteeksels. De invloed van de buiging en strekking van de borstwervelkolom op de beweging der ribben moeten wij later behandelen.

BEWEGINGEN VAN HET BORSTBEEN.

Afgezien van de bewegingen, die het gevolg zijn van de bewegingen der ribben, moeten wij de volgende onderscheiden.

Tusschen het handvat en het ligchaam kan, zoolang deze beide beenderen nog niet vergroeid zijn, eene strekking en buiging plaats hebben. Bij kinderen kan men deze buiging en strekking zeer gemakkelijk waarnemen. De processus xyphoideus kan zeer gemakkelijk naar buiten en binnen gebogen worden.

BEWEGINGEN DER RIBBEN.

Om de bewegingen der ribben te kennen, is het noodzakelijk eerst de as dier bewegingen te bepalen; ik zal daarom deze eerst vaststellen.

Meissner bepaalde de as bij ribben, die van het sternum losgesneden waren. Dit is het gemakkelijkste, en ook ik heb eerst de as aan van het sternum losgesnedene ribben bepaald. Ik ging hierbij aldus te werk. Na de kraakbeenderen der ware ribben digt bij het sternum en de kraakbeenderen der overige ribben digt bij hare onderlinge verbinding te hebben doorgesneden, deed ik ze alle mogelijke bewegingen ondergaan. Nu zocht ik aan de buitenzijde der rib het punt op, dat bij al deze bewegingen in rust bleef. Wanneer ik dat punt gevonden had, stak ik er, om de rigting der as te bepalen, eene naald in, maakte dan weder alle mogelijke bewegingen met de ribben, en veranderde den stand der naald zoo lang, tot dat zij bij al deze bewegingen in rust was. Nadat ik aldus het punt van intreden en de rigting der as gevonden had, verlengde ik de as in dezelfde rigting, en hierdoor werd het punt van uittreden aan de binnenzijde der rib gevonden. Hierbij bleek mij, dat de as schuins door den hals der ribben gaat, in de rigting van achteren buiten en boven, naar voren binnen en onderen.

Het punt van intreden aan de buitenzijde der rib ligt juist achter de articulatio costo-transversaria. Het punt, waar zij aan de binnenzijde uittreedt, ligt vóór het hoofdje. Dat dit punt vóór het hoofdje liggen moet, blijkt duidelijk uit de op en neder gaande beweging van het hoofdje, bij het op en neder gaan der ribben. De eenvoudige verlenging der as leert het bovendien. De neiging dezer assen op het horizontale en vertikale vlak neemt van de 1ste tot de 6de of 7de rib af. De as der achtste rib staat ongeveer evenwijdig met het horizontale vlak; van de achtste rib af neemt de neiging wederom toe.

Na aldus eerst de as bij van het sternum losgesnedene ribben bepaald te hebben, ging ik over tot het onderzoek, of die as veranderde, wanneer de ribben in hare natuurlijke verbinding gebleven waren. Bij dit onderzoek bleek mij, dat de as van de met het sternum verbondene ribben niet merkbaar verschilt van die der van het sternum losgesnedene ribben. Uit deze onderzoekingen bleek nu duidelijk, dat

de door BUDGE [1]) aangegevene as niet de regte is. Na aldus de as bepaald te hebben, kunnen wij overgaan tot het onderzoek der bewegelijkheid en bewegingen der ribben.

BEWEGELIJKHEID EN BEWEGINGEN DER VAN HET BORSTBEEN LOSGESNEDENE RIBBEN.

Nadat ik de kraakbeenderen der ware ribben digt bij het sternum en die der overigen digt bij hare onderlinge vereeniging had doorgesneden, onderzocht ik eerst hare bewegelijkheid. Hierbij bleek mij, dat de opgave van MAGENDIE [2]) en van HENLE [3]) hieromtrent zeer juist is. De bewegelijkheid neemt, namelijk, van de eerste tot de 7de of 8ste rib toe, van deze naar beneden wederom af. De bewegingen, die met deze ribben konden gemaakt worden, vond ik zeer groot. Het bleek, dat er drie soorten van bewegingen mogelijk zijn, namelijk: ééne beweging naar boven en naar beneden, ééne naar voren en naar achteren, terwijl, ten derde, nog eene draaijing of kanteling mogelijk is, waardoor de bovenrand meer naar binnen, de onderrand meer naar buiten gerigt wordt. Eene tegenovergestelde draaijing of kanteling, zoodat de bovenrand meer naar buiten en de benedenrand meer naar binnen wordt gerigt, is insgelijks mogelijk; doch deze beweging vond ik veel beperkter dan de voorgaande. Bij het naar boven en naar beneden bewegen der ribben, bleek onmiskenbaar, dat ook het hoofd der ribben op en neêr ging. Deze beweging van het hoofdje is het grootste bij de eerste rib. Bij de overige ribben is deze beweging wel zeer gering, doch niettemin duidelijk waar te nemen. Bij het bewegen der rib naar boven en naar beneden, doorloopt elk punt der rib eenen boog, waarvan de bolle zijde naar buiten gerigt is.

---

1) Archiv für physiologische Heilkunde, J. 1857. B. 1.

2) Précis élem. de Physiol. p. 340 etc. 1838.

3) Anatomie, Abth. 1. S. 53, u. s. w.

HELMHOLTZ [1]) heeft het eerst opgemerkt, dat het vooreinde der losgesnedene ribben van het sternum afwijkt, wanneer men de ribben naar boven voert. De reden hiervan ligt, volgens HELMHOLTZ, in den schuinsen stand der ribben naar beneden.

Ik heb deze proef van HELMHOLTZ dikwijls herhaald en telkens bevestigd gevonden. Wij kunnen hier nog bijvoegen, dat het vooreinde der ribben, bij het naar beneden bewegen, het middenvlak nadert. Ofschoon de reden, die HELMHOLTZ voor dit afwijken opgeeft, zeer juist is, moet ik evenwel bekennen, dat zij mij eerst niet zeer duidelijk voorkwam. Eerst nadat ik het punt, waarom zich het vooreinde der ribben bij het opheffen draait, gevonden had, begreep ik de waarde en de waarheid van de door HELMHOLTZ opgegevene reden. Dit punt kan men gemakkelijk vinden, door eene loodlijn van het vooreinde der ribben op de verlengde as te laten vallen. Het snijdingspunt van deze loodlijn met de as is natuurlijk het middelpunt van beweging voor het vooreinde der rib. Daar ik nu vond, dat dit punt aan de tegenovergestelde zijde van het middelvlak gelegen is, zoo is het duidelijk, dat het vooreinde der rib, ten gevolge harer schuinse rigting naar beneden, bij het opheffen aanvankelijk van het middenvlak zal afwijken, bij het naar beneden gaan het middenvlak zal naderen.

Bij verschillende proeven bleek voorts nog, dat het afwijken bij opheffing, van de vooreinden der ribben van het middenvlak, van boven naar beneden toeneemt, zoodat de zevende rib het verste afwijkt. Wanneer eene vrouwelijke en mannelijke borstkas in dit opzigt vergeleken werd, dan bleek het ten duidelijkste, dat bij de eerste het afwijken grooter was dan bij de laatste.

Bij het nemen dezer proeven scheen het mij toe, alsof de ribben, zoo als ze met het borstbeen verbonden zijn, steeds

---

[1]) Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Preuss. Rheinl. und Westphalens. 1856.

eene neiging hadden van het middenvlak af te wijken. Om mij hiervan te overtuigen, nam ik andere proeven. Ik zaagde, namelijk, bij verschillende borstkassen, zoowel mannelijke als vrouwelijke, het borstbeen overlangs door. Hierna zag ik, nadat ook het zwaardvormig uitsteeksel in zijne geheele lengte doorkliefd was, dat de bovenranden van het doorgezaagde handvat sterk tegen elkander aan gedrongen werden, en dat de beide zijdelingsche helften van het borstbeen naar beneden van elkander weken. Deze vaneenwijking mat ik bij verschillende borstkassen; zij bedroeg gemiddeld:

tusschen het	tweede	paar	ribben	2	strepen	
〃 〃	derde	〃	〃	4	〃	
〃 〃	vierde	〃	〃	6	〃	
〃 〃	vijfde	〃	〃	7½	〃	ruim
〃 〃	zesde	〃	〃	10	〃	
〃 〃	zevende	〃	〃	11	〃	
Het midden van den proc. xyph. . . .				13	〃	

Wanneer vervolgens de beide zijdelingsche helften van de borstkas regt naar boven werden getrokken, zoodat de bovenranden van het doorgezaagde sternum tegen elkander bleven, zag men, dat de beide helften van het borstbeen nog verder van elkander weken.

Uit deze proeven meen ik te durven besluiten, dat de ribben door haren schuinsen stand naar beneden, en vooral door hare kromming en asdraaijing, eene neiging hebben om van het middenvlak af te wijken.

Bij deze proeven merkte ik nog een ander, misschien niet zoo gewigtig, zeker toch niet onbelangrijk feit op. Ik zag, namelijk, dat de beide zijdelingsche helften van het borstbeen, niet alleen van het middenvlak afweken, maar bij deze afwijking zich ook eenigzins van de wervelkolom verwijderden.

Om mij hiervan te overtuigen, mat ik, alvorens het borstbeen doorzaagd te hebben, den afstand tusschen een bepaald punt van de wervelkolom en het borstbeen. Na het borstbeen doorgezaagd te hebben, mat ik dezen afstand weder, en vond dan telkens dat hij grooter geworden was. Dit grooter

worden van den afstand neemt van boven naar beneden toe. Daar ik dit feit eerst op het einde mijner onderzoekingen opmerkte, en het meerendeel der borstkassen, die ik voor mijne onderzoekingen gebruikt had, reeds verloren waren gegaan of voor naauwkeurige proeven niet meer konden dienen, zoo heb ik, voor het verschil van dit afwijken van de zijdelingsche helften des borstbeens van de wervelkolom, tot mijne spijt, geen deugdelijke getallen meer kunnen vinden. Ofschoon ik nu wel het verschil van dit afwijken voor verschillende punten van boven naar beneden niet door cijfers kan aantoonen, zoo durf ik toch de verzekering geven, dat dit afwijken altijd plaats heeft en van boven naar beneden toeneemt.

Deze neiging der ribben, om niet alleen van het middenvlak en ook van het sternum af te wijken, is misschien van gewigt als weêrstand aan de drukking der dampkringslucht op de buitenvlakte der borstkas. Op de binnenvlakte der borstkas bedraagt, namelijk, ten gevolge van den veerkrachtigen weêrstand der longen, de drukking minder dan een atmospheer, zoo als door Prof. DONDERS is in het licht gesteld.

WIJZIGING DER ZOO EVEN UITEENGEZETTE BEWEGINGEN DOOR DE NATUURLIJKE VERBINDING DER RIBBEN.

Zoolang de ribben in hare natuurlijke verbinding met het borstbeen gebleven zijn, neemt de bewegelijkheid van boven naar beneden toe. HALLER [1]) heeft dit reeds door proeven bewezen. Deze proeven van HALLER heb ik zelf herhaald en steeds bevestigd gevonden. De geringe bewegelijkheid der eerste rib viel mij hierbij zeer op. De reden hiervan ligt in de kortheid en de onmiddellijke verbinding van haar kraakbeen met het borstbeen.

Dat de bewegelijkheid van boven naar beneden toeneemt, is, naar mijn inzien, grootendeels gelegen in het van boven

[1]) Opuscula sua anat. de respiratione, de monstris aliaque minora 1751. Elementa physiologiae corporis humani 1761.

naar beneden langer en dunner worden der ribben en kraakbeenderen.

Daar de beweging der ribben naar boven of naar beneden door hare verbinding met het borstbeen zeer beperkt wordt, en daar zij ook niet of slechts zeer weinig van het middenvlak om dezelfde reden kunnen afwijken, of tot hetzelve naderen, zoo moeten de ribben en hare kraakbeenderen, wanneer zij door eene kracht naar boven of naar beneden gevoerd worden, eene zekere torsie ondergaan, evenredig aan de kracht, waarmede zij of naar boven of naar beneden gevoerd worden.

Het draaijen om hare eigene as, zoodat de bovenrand meer naar binnen, de benedenrand meer naar buiten gerigt wordt, wordt ook door de verbinding met het borstbeen beperkt.

Helmholtz (l. c.) toonde het eerst aan, dat de ribben bij hare natuurlijke verbinding in eenen evenwigtstoestand liggen, waarin zij, wanneer zij hier uitgebragt zijn, van zelf weder terugkeeren. De hierboven vermelde torsie is daarvan de oorzaak.

Wanneer wij, om dit te beproeven, even als helmholtz gedaan heeft, het borstbeen tusschen elk paar ribben doorzaagden, en vervolgens de aldus verkregene ribbenringen of naar boven of naar beneden bewogen, dan zag ik, dat deze ringen altijd in hunnen vorigen stand terugkeerden. De kracht en de snelheid, waarmede dit terugkeeren geschiedt, vond ik evenredig aan het meerdere of mindere opheffen of neêrbuigen.

Ik onderzocht verder nog de verschillende bewegelijkheid dezer ribbenringen. Hierbij bleek het mij, dat de eerste ring bewegelijker is dan de tweede, en dat van den tweeden ring af de bewegelijkheid naar beneden toeneemt.

Ik heb deze verschillende bewegingen der ribben daarom eenigzins uitvoerig behandeld, omdat zij den grondslag vormen voor de bewegingen, die bij de ademhaling voorkomen. Tot het onderzoeken en bepalen dezer bewegingen zal ik eerst nu kunnen overgaan.

BEWEGINGEN, DIE VOORKOMEN BIJ HET ADEMHALEN.

Deze bewegingen moet men, naar mijn inzien, in twee klassen of typen verdeelen, namelijk:

A. Bewegingen, die voorkomen bij het borstademen;

B. Bewegingen, die voorkomen bij het buikademen.

Het mechanisme en de spierwerking bij deze beide soorten van beweging verschillen, zoo als later blijken zal, zoo zeer van elkander, dat men, om tot eene verklaring van ons onderwerp te geraken, ze noodzakelijk van elkander scheiden moet.

Deze scheiding werd dan ook reeds vroeger door velen, die het mechanisme der ademhaling behandelden, gemaakt. HUTCHINSON geeft zelfs teekeningen van de verschillende vormveranderingen, die de buik en de borstkas, bij de verschillende bewegingen, bij den man en de vrouw ondergaan.

Ter loops zij hier aangemerkt, dat, naar mijn inzien, deze teekeningen niet zeer juist zijn; want bij beide teekeningen, zoowel voor het diepe borst- als voor het diepe buikademen, heeft de wervelkolom denzelfden stand. Dit nu is onmogelijk; want bij het diepe borstademen wordt de wervelkolom gestrekt, bij het diepe buikademen daarentegen gekromd. Het verschil van deze vormveranderingen van den buik en de borstkas is ook bij de voorvlakte niet zoo duidelijk als bij de zijvlakte. Wanneer men dus, om dit verschil aan te toonen, teekeningen wil geven, dan zoude men die, naar mijn inzien, van de zijvlakte van den buik en de borstkas moeten nemen. Het maken van dergelijke teekeningen heb ik zelf beproefd en vond het wel uitvoerbaar, doch zeer moeijelijk. Daar dit evenwel niet direct tot mijn onderwerp behoort, zoo zal ik tot de beweging zelve overgaan. Op een punt moet ik evenwel nog opmerkzaam maken: ik vond namelijk, dat de capaciteit der borstholte, bij de onderscheidene bewegingen, niet merkbaar verschilt. Ik zelf kon, bij de diepst mogelijke borstinademing, 4000 cub. cent. lucht uitblazen; na de diepst mogelijke buikinademing was steeds de capaciteit ongeveer dezelfde.

Bij nog eenige andere jongelieden, die, daartoe door mij aangezocht, deze proef namen, was het verschil altijd zeer gering.

A. *Bewegingen, die voorkomen bij het borstademen.*

a. Gewoon borst- in- en uitademen.

Het borstademen komt in den regel bij vrouwen, soms evenwel, ofschoon ook zeldzaam, bij mannen voor. Wanneer ik nu vrouwen, die ik de borstkas liet ontblooten, of andere in het ziekenhuis, bij welke uit een pathologisch oogpunt de borstkas onderzocht werd, naauwlettend gadesloeg, dan merkte ik telkens het volgende op: de geheele borstkas werd eenigzins naar boven bewogen; de beweging der ribben begon bij de eerste en ging naar beneden voort; wanneer ik den vinger op eene rib, onverschillig welke, plaatste, dan gevoelde ik duidelijk, dat die rib naar boven steeg.

Het draaijen der ribben, zoodat de bovenrand meer naar binnen, de benedenrand meer naar buiten gerigt wordt, is bij het rustige ademen niet gemakkelijk waar te nemen.

Den vinger tusschen twee ribben inleggende, kon ik gemakkelijk het grooter worden der tusschenribbige ruimte waarnemen. De zeven bovenste ribben gaan, dunkt mij, het meest naar boven, en de bovenste tusschenribbige ruimten worden ook meer vergroot dan de onderste. Het borstbeen gaat met de ribben naar boven en verwijdert zich eenigzins van de wervelkolom. Van dit laatste heb ik mij door veelvuldige metingen overtuigd. De processus xyphoideus werd eenigzins naar binnen gebogen, de buik eenigzins ingetrokken; de wervelkolom en het hoofd nemen aan de beweging geen merkbaar deel.

Daar het voor mijn onderwerp van bijzonder gewigt is, het grooter worden der tusschenribbige ruimten naauwkeurig te kennen, zoo heb ik mij veel moeite gegeven, dit door getallen aan te toonen. Tot dit einde heb ik dagen achtereen proeven en metingen in het werk gesteld; en toch moet ik bekennen, dat ik geen deugdelijke getallen heb kunnen ver-

krijgen. Daar het misschien wel aan mijne onbekwaamheid, om dergelijke proeven te doen, te wijten is, zoo zal ik, om er beter over te kunnen laten oordeelen, mededeelen, hoe ik die proeven nam.

Bij verschillende vrouwen, die ik tot deze proeven bezigde, liet ik de borstkas ontblooten, en verzocht of beval dan, al naar omstandigheden, om rustig door te ademen en vooral telkens even diep te ademen. Nu nam ik een compas d'épaisseur, zette de beide beenen er van op twee naast elkander gelegene ribben, en las dan het verschil bij in- en uitademing af.

Dit schijnt zeer eenvoudig en gemakkelijk uitvoerbaar te zijn, en het zoude ook eenvoudig wezen, als er geen twee *voor mij* onoverkomelijke moeijelijkheden zich opdeden. De eerste moeijelijkheid was de ligte verschuifbaarheid der huid; en ofschoon ik dikwijls deze proeven nam bij vrouwen, die zeer vermagerd waren, zoo kon ik toch den storenden invloed dezer verschuifbaarheid niet overwinnen. De tweede moeijelijkheid, die het mij vooral belette om goede cijfers te bekomen, was het verschil in diepte bij de verschillende ademhalingen; want het is zeer moeijelijk, telkens even diep in te ademen, ja voor de personen, bij welke ik deze proeven nam, scheen zulks onmogelijk te zijn.

Onder het herzien dezer verhandeling heb ik dit punt nog op eene andere wijze trachten uit te maken. Onze geachte Hoogleeraar SCHROEDER VAN DER KOLK, met wien ik voor eenigen tijd over dit punt sprak, gaf mij den raad, om langs de borstkas van eene magere vrouw strooken papier te plakken, en hierop bij de uit- en inademing den stand der ribben op te teekenen. Ik heb dit verscheidene keeren bij verschillende personen in het werk gesteld, doch moet bekennen, dat ik ook door deze wijze van waarnemen geen getallen, die de uiteenwijking der ribben goed aangeven, heb kunnen verkrijgen. Het grooter worden der tusschenribbige ruimten kon ik telkens duidelijk waarnemen.

Bij het gewone borstuitademen keeren de ribben in haren

evenwigtsstand terug, het borstbeen daalt met de ribben naar beneden en nadert eenigzins tot de wervelkolom. Wanneer ik, terwijl de ribben en het borstbeen daalden, den vinger in eene tusschenribbige ruimte legde, dan kon ik mij zeer gemakkelijk overtuigen, dat deze ruimte bij elke uitademing kleiner werd. Den processus xyphoideus zag ik weder zijnen vorigen stand aannemen, terwijl de eenigzins ingetrokken buikwand weder uitgezet werd.

b. Het diepe borst- in- en uitademen.

De bewegingen, die bij het diepe borst- in- en uitademen voorkomen, zijn veel zamengestelder dan bij de gewone borstademing. Want terwijl bij de gewone borstademing voornamelijk het bovenste gedeelte der borstkas bewogen wordt, zoo wordt bij de diepe borstademing niet alleen de geheele borstkas, maar zelfs de geheele tronk, behalve het bekken, bewogen.

Ik kon bij deze diepe borstinademing de volgende bewegingen onderscheiden. Het hoofd komt eenigzins hooger en meer naar achter te staan. De kromming der halswervelkolom naar voren wordt grooter. De schouders en de sleutelbeenderen zag ik telkens naar boven stijgen. De naar achteren bolle borstwervelkolom wordt regter: dit acht ik van zeer veel belang; want hierdoor wijken de steunpunten der ribben op de wervelkolom eenigzins uiteen, waardoor reeds het grooter worden der tusschenribbige ruimten bevorderd wordt. De geheele borstkas stijgt naar boven, en het borstbeen wordt van de wervelkolom verwijderd. Onder het naar boven stijgen der borstkas, wordt zij tevens meer gewelfd; de sterkste welving nam ik aan het bovenste gedeelte waar. De tusschenribbige ruimten worden bij het naar boven stijgen der ribben veel grooter, vooral aan het bovenste gedeelte der borstkas. De maat alsmede het verschil van dit grooter worden in de verschillende tusschenribbige ruimten heb ik, om dezelfde moeijelijkheden als bij het gewone borstademen zijn

aangegeven, niet kunnen bepalen. Wanneer ik de vingers in het scrobiculum cordis plaatste, dan kon ik bij elke diepe inademing duidelijk waarnemen, dat de hoek, dien de kraakbeenderen van het zevende paar ribben met het borstbeen vormen, telkens bij de inademing grooter wordt. Ook de hoek, die de ribben met hare kraakbeenderen maken, wordt grooter. De processus xyphoideus wordt naar binnen gebogen, terwijl de buikwand zeer terugwijkt en de naar binnen bolle lendenwervelkolom nog boller wordt.

Bij de diepe borstuitademing gaat het hoofd naar beneden en voren. De kromming der halswervelkolom neemt zooveel af, dat zij eerder naar achteren dan naar voren gerigt is. De schouders en de sleutelbeenderen dalen naar beneden. De regt gewordene borstwervelkolom wordt zeer bol naar achteren; hierdoor naderen de steunpunten der ribben op de wervelkolom tot elkander, waardoor het kleiner worden der tusschenribbige ruimten bevorderd wordt. De geheele borstkas daalt naar beneden, het borstbeen nadert tot de wervelkolom, de welving der borstkas neemt zeer af. Onder het nederdalen der ribben worden de tusschenribbige ruimten veel kleiner. De hoek aan het borstbeen wordt weder kleiner, de naar binnen gebogen processus xyphoideus en de ingetrokken buikwand worden weder naar buiten gedreven.

B. *Bewegingen, die voorkomen bij het buikademen.*

a. Het gewoon buik- in- en uitademen.

Het buikademen komt in den regel alleen bij mannen voor; in zeer zeldzame gevallen wordt het ook bij vrouwen waargenomen. Bij de vele vrouwen, die ik onderzocht, heb ik het nimmer gezien. Ook bij dieren, honden, konijnen en paarden heb ik nimmer het borstademen, zoo als dat normaal bij de vrouw voorkomt, waargenomen. De reden, waarom bij dieren, vooral paarden en andere snel loopende en ver springende viervoetige dieren, uitsluitend het buikademen wordt

waargenomen, laat zich uit de vergelijkende anatomie der borstkas en vooral der spieren, in betrekking tot de voorste ledematen, gemakkelijk verklaren. Deze verklaring zoude mij hier evenwel te ver van mijn onderwerp afbrengen.

Bij het gewone buikademen kon ik naauwelijks eenige beweging der borstwervelkolom bespeuren. De 4 of 5 bovenste ribben worden niet merkbaar bewogen; de bovenste tusschenribbige ruimten worden ook niet merkbaar veranderd. Daar bij het borstademen de bewegingen grooter zijn aan het bovenste gedeelte der borstkas en de beweging van boven naar beneden voortgaat, zoo vinden wij dit alles bij het buikademen juist omgekeerd. De bewegingen zijn hier aan het onderste gedeelte der borstkas grooter, en de beweging begint beneden en schrijdt naar boven voort. De 7 of 8 onderste ribben worden allen naar boven en buiten bewogen, terwijl de tusschenribbige ruimten kleiner worden.

Bij het buikademen wordt daarenboven de kromming der ribben bij het naar boven gaan veel grooter; bij het borstademen neemt de kromming niet of slechts zeer weinig toe. De processus xyphoideus en de buikwand worden naar buiten gedreven, terwijl het borstbeen, vooral het onderste gedeelte, ook eenigzins van de wervelkolom verwijderd wordt.

Bij het gewone buikuitademen gaan de ribben, die bij de inademing naar boven en buiten gedrongen waren, weder naar beneden en binnen. Het borstbeen en de processus xyphoideus, die bij de inademing van de wervelkolom verwijderd waren, naderen weder tot deze, terwijl zich de buikwand weder eenigzins zamentrekt.

b. Het diepe buik- in- en uitademen.

Bij het diepe buikademen komen veel meer uitgestrekte en zamengestelde bewegingen voor, dan bij het gewone buikademen. De meeste bewegingen, die hiertoe behooren, zijn juist tegenovergesteld aan die, welke bij het diepe borstademen worden aangetroffen.

Het hoofd gaat, in plaats van naar boven en achteren, naar voren en beneden, en duikt als het ware tusschen de schouders. Niet alleen de borstwervelkolom, maar ook haar hals- en lendengedeelte wordt naar voren gekromd. Deze kromming, met de bolle zijde naar achteren, is het grootste bij de borstwervelkolom. Dit punt moet men wel in het oog houden, daar hierdoor de steunpunten der ribben op de wervelkolom tot elkander naderen en dus hierdoor de ribben reeds tot elkander gebragt worden. De geheele borstkas, het sleutelbeen en de schouders dalen naar beneden. Daar de geheele borstkas naar beneden gaat, zoo gaan natuurlijk ook alle ribben naar beneden en naderen als het ware tot het bekken. Hierbij moet ik evenwel nog op een gewigtig punt opmerkzaam maken: dat, namelijk, de ribben bij het naderen tot het bekken tevens tot elkander naderen, zoodat de afstand van de eerste en laatste rib veel kleiner wordt. Met de borstkas gaat tevens het borstbeen naar beneden, nadert hierdoor evenwel niet veel tot de wervelkolom; terwijl de processus xyphoideus naar buiten gedreven wordt, wordt ook de buikwand sterk naar buiten gedrongen. Al de tusschenribbige ruimten, en vooral de 6de, 7de, 8ste en 9de, worden veel kleiner.

Al deze bewegingen kon ik het gemakkelijkste bij mij zelven bestuderen. Ook van het veel kleiner worden der tusschenribbige ruimten kon ik mij bij mij zelf, door het leggen van eenen vinger in de verschillende tusschenribbige ruimten, het best overtuigen. Bij de diepe buikuitademing gaat het hoofd weder naar boven en achteren. De geheele wervelkolom wordt weder gestrekt, en haar hals en lendengedeelte wordt weder naar achteren gekromd. De geheele borstkas stijgt naar boven, waarmede het borstbeen verder van de wervelkolom verwijderd wordt. Al de ribben stijgen naar boven en verwijderen zich tevens van elkander. Al de tusschenribbige ruimten worden grooter. De buikwand trekt zich zamen.

DERDE HOOFDSTUK.

Na in het vorige hoofdstuk de mogelijke bewegingen van de deelen, die de borstkas zamenstellen, en de bewegingen, die werkelijk bij de ademhaling plaats hebben, beschreven te hebben, zal ik in dit hoofdstuk de spierwerking behandelen. Ik zal hierbij nagaan, welke spieren bij de verschillende bewegingen werkzaam zijn, en in het bijzonder de werking der tusschenribspieren trachten te bepalen.

Alvorens evenwel tot de spierwerking over te gaan, acht ik het noodzakelijk, het verschil in vereischte spierwerking tusschen het in- en uitademen kortelijk vast te stellen, en de tusschenribspieren ontleedkundig te beschrijven.

De inademing kan niet dan door eene aanzienlijke kracht volbragt worden. De inademingsspieren moeten de drukking van de gespannen buikspieren, de elasticiteit der uitgezette longen en de bij het inademen vermeerderde torsie der borstkas overwinnen.

De uitademing vereischt zeer weinig kracht. De krachten, die bij de inademing overwonnen moeten worden, bevorderen de uitademing. Helmholtz laat hierdoor de uitademing geheel en al tot stand komen, hoezeer door het vernaauwen der stemspleet de uitademing nog moet vertraagd worden. De vraag is evenwel, of de gewone snelheid der uitademing geene actieve spierwerking vooronderstelt.

ONTLEEDKUNDIGE BESCHRIJVING DER TUSSCHENRIBSPIEREN.

De tusschenribspieren liggen, zoo als reeds haar naam aanduidt, in de tusschenribbige ruimten; zij bestaan uit twee platen, die gemakkelijk van elkander kunnen gescheiden worden. De buitenste lagen hebben, naar hare ligging, den naam van musculi intercostales externi, de binnenste lagen dien van musculi intercostales interni verkregen.

De musculi intercostales externi ontspringen van den buiten-onderrand der rib, te beginnen van de musculi levatores costarum, van welke zij alleen kunstmatig kunnen gescheiden worden tot op ongeveer $1\frac{1}{2}$ duim van de cartilago costarum. De vezelen, die met talrijke peesvezelen vermengd zijn, loopen schuins naar beneden en voren; zij hechten zich aan den boven-buitenrand en de buitenvlakte der opvolgende rib vast. Het punt van aanhechting ligt door het schuins verloop der vezelen naar voren natuurlijk digter bij de cartilago costarum, dan het punt van oorsprong. Bij de tweede rib vond ik het punt van aanhechting gewoonlijk bij de verbinding van het kraakbeen met de rib, bij de 4de, 5de en 6de rib vond ik het punt van aanhechting het verst van deze verbinding verwijderd. Bij de 7de en de daaropvolgende ribben reikt de aanhechting van deze spier gewoonlijk tot aan het begin der kraakbeenderen. Het verloop der vezelen vond ik constant in het midden het schuinst.

De musculi intercostales interni strekken zich over het algemeen uit van het borstbeen tot aan de anguli costarum. Dat gedeelte evenwel, dat tusschen de kraakbeenderen gelegen is, onderscheidt zich genoegzaam van het overige gedeelte, om het eenen bijzonderen naam te geven. HAMBERGER noemde dat gedeelte musculi intercartilaginei. HUTCHINSON, MEISSNER en anderen zijn HAMBERGER hierin gevolgd, en ik zal ook deze benaming behouden.

De musculi intercostales interni ontspringen van den binnen-onderrand van eene rib en hechten zich aan den binnen-bovenrand en de binnenvlakte der opvolgende rib vast. Het verloop der vezelen, van boven naar beneden en achteren, is op verre na niet zoo schuins als dat der externi. Naarmate deze spieren de kraakbeenderen naderen, wordt de hoek van oorsprong grooter en die van aanhechting kleiner.

De musculi intercartilagenei zijn meer ontwikkeld dan de eigenlijke intercostales interni. Zij bestaan evenwel niet, zoo als ik vroeger (zie bl. 30) reeds vermeldde, uit twee, maar slechts uit ééne laag. Zij ontspringen van den geheelen

onderrand van een ribbenkraakbeen en hechten zich aan den bovenrand van het opvolgende kraakbeen vast. Het verloop van de vezelen der m. intercartilaginei vond ik tusschen de 1ste en 2de rib ongeveer loodregt naar beneden. In de tweede tot de vijfde tusschenkraakbeenige ruimten gaan zij eenigzins schuins naar achteren. Tusschen het 6de en 7de en het 7de en 8ste gingen de vezelen, die achter de articulatio cartilaginum gelegen waren, loodregt naar beneden, die voor de articulatio lagen, zeer schuins naar achteren. Tusschen de kraakbeenderen der 8ste en 9de rib vond ik het verloop der vezelen tot aan de kromming altijd schuins naar achteren, voorbij de kromming schuins naar voren.

Tusschen de 9de en 10de verlopen de vezelen steeds eenigzins naar achteren. De musculi intercostales interni zijn op verre na niet met zoo vele peesvezelen doorweven als de externi, en zijn ook niet zoo sterk ontwikkeld. Bij al de mannelijke lijken, die ik onderzocht, heb ik nimmer eenig in het oog loopend verschil van ontwikkeling in de tusschenribbige ruimten waargenomen. Onder de lijken van vrouwen kwamen er 4 voor, waar ik het verschil in ontwikkeling zeer groot vond. Daar ik meen, dat het hier gevondene verschil niet van alle belang ontbloot is, zal ik het hier mededeelen. Bij twee vrouwelijke lijken, die in haar leven jaren lang als publieke vrouwen geleefd en zich sterk ingerijgd hadden, waren de interni bij de onderste ribben zeer weinig ontwikkeld. In de beide onderste tusschenribbige ruimten waren zij geheel geatrophieerd, en door een peesachtig weefsel vervangen. Bij twee andere vrouwelijke lijken, van welke de ééne 2 of 3 jaar aan hydrops ascites en de andere aan eene cyste van het ovarium, die ongeveer twee emmers vol bruin vocht bevatte, geleden had, was het diaphragma tot in de vierde tusschenribbige ruimte naar boven gedrongen. Bij deze lijken nu waren de interni in al de tusschenribbige ruimten zeer sterk ontwikkeld. In de 7 onderste tusschenribbige ruimten waren zij zelfs veel dikker dan de externi.

Om te beslissen, welke spieren bij de verschillende bewe-

gingen der ademhaling werkzaam zijn, is het zeer gewigtig te weten, bij welke bewegingen de externi of interni langer of korter worden. Hierbij moeten wij evenwel in het oog houden, dat de verschillende lengte geen absolute maatstaf is. Eene spier toch kan zeer goed langer worden en toch werkzaam wezen, wanneer er óf antagonisten, die sterker zijn en op denzelfden tijd werken, aanwezig zijn, óf de last, die bewogen moet worden, aanzienlijk grooter is.

Om te weten, welke spieren bij de verschillende bewegingen langer of korter worden, moeten wij bij de verschillende bewegingen onderzoeken, hoe de aanhechtingspunten dezer spieren ten opzigte van elkander verplaatst worden. Hiervoor zullen wij weder de verschillende bewegingen, die bij de ademhaling voorkomen, elk afzonderlijk moeten nagaan.

1. Bij het gewone borst-inademen, zagen wij de ribben en hare kraakbeenderen naar boven gaan en de tusschenribbige ruimten grooter worden. Door dit naar boven stijgen der ribben naderen de aanhechtingspunten der externi en intercartilaginei tot elkander. De aanhechtingspunten der interni daarentegen worden van elkander verwijderd. HAMBERGER, HUTCHINSON en DONDERS hebben dit duidelijk in het licht gesteld.

Bij het gewone borst-uitademen daarentegen naderen de aanhechtingspunten der interni tot elkander, terwijl die der externi van elkander verwijderd worden.

Bij het gewone borstinademen komen niet veel spieren in werking. De musculi scaleni en de musculi intercostales externi zijn de voornaamste spieren. die hierbij werkzaam zijn. Wanneer ik bij vrouwen met den vinger op de scaleni drukte, dan kon ik bij elke inademing eene, alhoewel zwakke, zamentrekking der scaleni voelen. Voor het werkzaam zijn der musculi intercostales externi kan ik geen ander bewijs bijbrengen dan dat de aanhechtingspunten tot elkander naderen. Dit bewijs, 't welk reeds zeer duidelijk door HAMBERGER [1]) uit

[1]) De respirationis mechanismo. Jenae 1727, en Physiologia medica. Jenae 1751.

elkander gezet is, schijnt mij toe allezins voldoende te zijn. Bij de werking dezer spieren komt nu nog de meerdere of mindere zamentrekking van het diaphragma. De zamentrekking van het diaphragma bij het gewone borst-inademen is evenwel niet zeer groot, hetgeen het invallen van den buik en de geringe welving van het onderste gedeelte der borstkas genoegzaam aantoont.

Bij het gewone borst-uitademen is het zeer moeijelijk, te beslissen, of hierbij spierwerking in het spel komt. Van den eenen kant toch is het waar, dat de torsie der ribben en ribbenkraakbeenderen, waardoor HELMHOTZ de uitademing laat tot stand komen, voldoende is, om die te bewerkstelligen. Van den anderen kant kan men niet ontkennen, of de bij de inademing eenigzins uitgerekte interni zullen, door hare elasticiteit alvast, de uitademing eenigzins bevorderen en daardoor versnellen: zij dragen dus tot deze uitademing bij.

2. Bij het diepe borst- in- en uitademen worden de aanhechtingspunten, zoowel der externi als der interni, veel meer ten opzigte van elkander veranderd, dan bij het gewone borst- in- en uitademen. De aanhechtingspunten der externi komen nog digter bij elkander, terwijl die der interni veel verder van elkander komen te staan. Om dit proefondervindelijk aan te toonen, baten proeven op dieren, wijl die alleen buikademing vertoonen, niets hoegenaamd. Proeven en metingen op menschen heb ik veelvuldig genomen; doch deze leiden evenmin, zoo als ik bij de bewegingen der ribben gezegd heb, tot een goed resultaat: dezelfde moeijelijkheden stonden daarbij in den weg als bij het eenvoudige bepalen van het grooter worden der tusschenribbige ruimten.

De strekking der borstwervelkolom, die voor het uiteenwijken der ribben van groot belang is, wordt inzonderheid bewerkstelligd door den musc. longissimus dorsi et sacro lumbalis. Daar tevens het halsgedeelte van de wervelkolom gestrekt, het hoofd en de schouders bevestigd en eenigzins naar achteren getrokken worden, zoo begrijpt men ligt, dat

de meeste rug- en nekspieren bij de diepe borstademing in werking moeten komen. Bij de werking van al deze spieren voegt zich aan de voorzijde nog die van den sterno-cleido-mastoideus. De beschrijving evenwel van al deze spieren en de verklaring van hare werking meen ik kortheidshalve te durven voorbijgaan, daar dit niet direct tot mijn onderwerp behoort.

De musculi scaleni en de intercostales externi zijn de spieren, die de ribben direct opligten. Meissner [1]) beweert, dat de m. scaleni zich eerst zamentrekken, en het uitgangspunt van beweging voor de externi vormen. Of meissner dit waargenomen heeft, waag ik niet te beslissen, ofschoon ik geneigd ben te gelooven, dat hij er meer theoretisch toe besloten heeft, aangezien hij niet de minste waarneming te dezen opzigte mededeelt. Ik heb beproefd, dit proefondervindelijk vast te stellen. Zoo ik mij niet bedrieg, ben ik hierin volkomen geslaagd. Wanneer men, namelijk, bij magere vrouwen (de meesten, door mij onderzocht, leden aan phthisis pulmonalis) den vinger op de scaleni legt en diep laat inademen, dan voelt men bij elke inademing hare zamentrekking. Zij worden, namelijk, harder en dikker. Magendie [1]) kende dit verschijnsel reeds zeer goed en noemde het „le pouls respiratoire." Dit verschijnsel is misschien van eenig belang voor de herkenning van sommige borstziekten. Dat hierbij nu de beweging van de scaleni uitgaat, bleek mij ten duidelijkste; want wanneer ik de vingers van de eene hand op de scaleni en die der andere hand op de vierde rib plaatste, dan kon ik de zamentrekking der scaleni steeds eerder voelen dan de beweging der vierde rib. Dit voorafgaan van de zamentrekking der m. scaleni acht ik met meissner wel van belang voor de werking der tusschenribbige spieren; om evenwel hierom het grooter worden der tusschenribbige ruimten geheel en al passief te noemen, komt mij minder aannemelijk voor.

---

[1]) Jahresbericht 1857.

[2]) Précis élementaire de physiologie, pag. 343. 1838.

De musculi intercostales externi, wier aanhechtingspunten bij de inademing aanzienlijk tot elkander naderen, zijn daarbij zeer werkzaam. Aangezien hieraan tegenwoordig ook niemand twijfelt, zal ik bij de externi niet langer stilstaan.

Over de werking der interni, waarover de gevoelens zoozeer verschillen, zal ik breedvoeriger moeten zijn. Zoo als ik reeds gezegd heb, wijken de aanhechtingspunten der musculi intercostales interni bij elke inademing uiteen. Het onmiddellijk gevolg hiervan is, dat de spieren langer worden. Om deze reden zoude men ligt tot het besluit verleid worden, aan de interni de werkzaamheid bij het borstinademen te ontzeggen. Ik wil evenwel de werkzaamheid dezer spieren niet geheel en al ontkennen: het is, namelijk, zoo als ik boven opmerkte, volkomen klaar, dat spieren langer kunnen worden en toch werkzaam zijn, wanneer óf sterkere antagonisten ter zelfder tijd werken, óf de last, die bewogen moet worden, grooter wordt. Daar nu én de bovenste rib zeer onbewegelijk is, én de bovenste ribben door de scaleni en externi naar boven gevoerd worden, zoo kan men niet ontkennen, dat de interni de ribben kunnen helpen opligten.

Ik voor mij geloof dus, dat HAMBERGER en de verdedigers zijner leer, ten onregte, geheel en al de werkzaamheid der interni bij de borstinademing geloochend hebben. Men moet hierbij evenwel niet uit het oog verliezen, dat de interni alléén onder de bovengenoemde omstandigheden de ribben kunnen helpen opligten, en dat zij, zoodra de scaleni en externi de bovenste ribben niet meer beletten om naar beneden te gaan, zij bij hare zamentrekking de ribben naar beneden en naar elkander toe zullen bewegen, zoo als bij het borst-uitademen en bij het buik-inademen nader zal aangetoond worden.

De musculi intercartilaginei zijn door de anatomische ligging in staat, om, wanneer zij zich zamentrekken, de ribbenkraakbeenderen op te ligten. Want bij het naar boven gaan der kraakbeenderen naderen de aanhechtingspunten dezer spieren tot elkander; en hieruit mag men dus besluiten, dat zij, wanneer ze werkzaam zijn, de ribbenkraakbeenderen naar boven

zullen voeren. Door het naar boven voeren der ribbenkraakbeenderen bevorderen zij nog daarenboven het stijgen der ribben.

De diepe borst-uitademing komt voor een groot deel tot stand door de neiging der ribben om in haren evenwigtstand terug te keeren (verg. bl. 50 en v.). Daar evenwel de ribben voorbij haren evenwigtstand naar beneden gevoerd worden, en men willekeurig de ribben eenigen tijd naar beneden in den stand van diepe uitademing houden kan, zoo moet er natuurlijk spierwerking bij in het spel komen.

De spieren, die hierbij in het spel komen, zijn de musc. intercostales interni, en vooral de buikspieren, die zich, zoo als algemeen bekend is, bij het diepe borstuitademen sterk zamentrekken; hierdoor wordt het diaphragma sterk naar boven gedrongen, en de onderste ribben sterk naar beneden getrokken. Door deze zamentrekking der buikspieren worden de onderste ribben vaste punten voor de musculi intercostales interni. Dit naar beneden trekken der onderste ribben door de buikspieren wordt nog bevorderd, door den musc. serratus posticus inferior, en voor de onderste rib door den m. quadratus lumborum. Daar nu bij het diepe uitademen niet alleen de onderste maar alle ribben naar beneden gebragt en de tusschenribbige ruimten kleiner worden, zoo moeten hierbij nog andere, en wel de musc. intercostales interni, werkzaam zijn. Want wanneer wij bedenken, dat de onderste ribben vaste punten geworden zijn door de zamentrekking der buikspieren, dat de interni door het verloop hunner vezelen juist geschikt zijn om de ribben naar beneden te trekken, dat verder de ribben werkelijk naar beneden gaan, en dat eindelijk de aanhechtingspunten der interni tot elkander naderen, dan hebben wij, dunkt mij, reden genoeg om tot hunne werking te besluiten.

Men zoude mij hier twee tegenwerpingen kunnen maken, die ik dus hier nog in het kort zal aanroeren. Vooreerst de mindere bewegelijkheid der bovenste ribben en de in sommige gevallen (bij oude lieden) bijna onbewegelijke eerste rib.

Hierop toch beroepen zich bijna alle verdedigers van de leer van HALLER, en ontzeggen hierom aan de interni het vermogen, de ribben naar beneden te trekken. Deze tegenwerping schijnt oppervlakkig zeer gegrond te zijn, daar toch eene spier geen minder bewegelijk punt naar een meer bewegelijk kan brengen. De vraag is echter, of het meest bewegelijke punt niet tijdelijk tot het minst bewegelijke kan worden gemaakt. De bovenste ribben, en vooral de eerste, zijn door de dikte en mindere buigzaamheid harer kraakbeenderen op zich zelve onbewegelijker dan de onderste. Zoo lang wij nu alleen bij deze physische eigenschappen der ribben blijven stilstaan, komt het ons onbegrijpelijk voor, hoe deze minder bewegelijke ribben naar meer bewegelijken, door spieren, die tusschen beide gelegen zijn, zouden kunnen gevoerd worden. Wanneer wij hierbij evenwel in aanmerking nemen, dat bij de borstuitademing spieren werkzaam zijn, krachtig genoeg om deze physische eigenschappen in zekeren zin om te keeren, dan eerst wordt ons duidelijk, hoe de ribben door de interni naar beneden kunnen gebragt worden. Wanneer wij de dikke buikspieren en vooral haar achterste gedeelte, dat bijna loodregt tusschen den kam van het darmbeen en de onderste ribben verloopt, in aanmerking nemen en hierbij nog den quadratus lumborum en serratus posticus inferior voegen, dan zal er toch wel niemand meer aan twijfelen, of deze spieren zullen bij hare zamentrekking de onderste ribben tijdelijk eene grootere vastheid geven, dan de bovenste door hare physische eigenschappen bezitten. — Dit laatste is niet genoeg door de verdedigers van HALLER's leer in het oog gehouden, en ik geloof hiermede hunne tegenwerping wederlegd te hebben.

Voorts zou men mij hier misschien nog kunnen tegenwerpen, dat, daar ik toestem dat de interni bij het diepe borstinademen werkzaam kunnen zijn, en beweer dat zij bij het diepe borstuitademenen in krachtige werking treden, deze spieren dan voortdurend zamengetrokken zouden moeten zijn. Dit is evenwel het geval niet; want vooreerst is er tusschen elke diepe in- en uitademing eene kortere of langere pauze, en

ten anderen geschiedt het eerste moment van diep uitademen niet door spierwerking, maar door de neiging der ribben om in haren vroegeren evenwigtsstand terug te keeren. Eerst in het tweede moment komt de spierwerking in het spel.

De triangularis sterni kan de werking der interni ondersteunen. De intercartilaginei zullen, ondanks het ongunstig verloop der vezelen, bij diepe borstuitademing door de grootere vastheid der onderste kraakbeenderen, het gevolg van spierwerking, de kraakbeenderen kunnen naar beneden voeren.

Het gewone buik-ademen. Bij de gewone buik-inademing worden, zoo als wij gezien hebben, de onderste ribben naar buiten en boven bewogen. Het is vooral het diaphragma, dat deze beweging bewerkstelligt, terwijl de musc. intercostales interni er tevens bij in het spel komen. Daar de werking van het diaphragma de buikinademing voor het grootste gedeelte bewerkstelligt en grooten invloed uitoefent op de werking der interni, zoo zal ik, ofschoon het wel niet direct tot mijn onderwerp behoort, het diaphragma en zijne werking eerst eenigzins nader uiteenzetten. Het naar boven en eenigzins naar achteren bolle middelrif scheidt de borst- en buikholte van elkander af. Zijne verdeeling en zijnen oorsprong behoef ik hier niet nader te beschrijven. Voor ons onderwerp moeten wij in het oog houden, dat het spierachtig gedeelte schuins naar boven en binnen gaat. Wanneer zich nu dit naar boven bolle middelrif zamentrekt, dan perst het de buikingewanden naar beneden, waardoor de buik boller wordt. Bij dit naar beneden persen der ingewanden vindt het middelrif evenwel eenen tegenstand in den buikwand, die de ingewanden tegenhoudt. Het effect van de zamentrekking van het middelrif zal dus, zoodra de ingewanden een vasten steun aanbieden, zijn, dat de onderste ribben naar boven getrokken worden. Hierbij moet men evenwel wel in het oog houden, dat, even als de buikwand belet dat de ingewanden vrij door het middelrif naar beneden geperst worden, deze ook belet dat de ribben vrij naar boven getrokken worden. Door deze twee krachten, de za-

mentrekking van het middelrif en de spanning van den buikwand, worden de ribben bij het naar boven gaan meer bevestigd, en vormen voor de musc. intercostales interni vaste steunpunten. Nemen wij nu verder in aanmerking, vooreerst dat de tusschenribbige ruimten kleiner worden en dus de aanhechtingspunten der interni tot elkander naderen, ten anderen dat de onderste ribben vaste steunpunten geworden zijn, dan kunnen wij, dunkt mij, niet aarzelen de uitspraak van HELMHOLTZ te beamen, dat, namelijk, de interni bij de buik-inademing zouden werkzaam zijn. Bij het diepe buik-inademen zal ik dit punt nog nader toelichten.

Bij het gewone buik-uitademen komt, naar mijn inzien, geene belangrijke spierwerking voor. De elasticiteit van den uitgezetten buikwand en de torsie, die de ribben en hare kraakbeenderen bij de inademing hebben ondergaan, zullen, dunkt mij, de gewone buik-uitademing geheel en al kunnen bewerkstelligen.

HET DIEPE BUIK IN- EN UITADEMEN. Bij het diepe buik-inademen zijn, zoo als wij gezien hebben, de bewegingen veel zamengestelder, dan bij het gewone buik-inademen; de spierwerking zal dus ook veel zamengestelder moeten zijn. Het buigen der halswervelkolom naar voren kan gedeeltelijk worden verrigt door den musc. longus colli, terwijl het duiken van het hoofd tusschen de schouders moet worden toegeschreven aan de werking van den sterno-cleido-mastoideus. Het gebogen worden van het overige gedeelte der wervelkolom moet worden toegeschreven aan de werking der lange buikspieren en aan de musc. intercostales interni. Dat de interni bij het diepe buik-inademen krachtig werkzaam zijn, kan men gemakkelijk aantoonen. Even als bij het diepe borst-inademen aan de zamentrekking der externi de zamentrekking der scaleni voorafgaat, en daardoor de bovenste ribben vaste steunpunten worden voor de externi, zoo gaat bij het diepe buik-inademen aan de zamentrekking der interni de krachtige werking van het middelrif en het gespannen worden van den buikwand vooraf, waardoor de onderste ribben vaste steun-

punten worden voor de interni. Wanneer wij hierbij in aanmerking nemen, dat de tusschenribbige ruimten kleiner worden en dus de aanhechtingspunten dezer spieren tot elkander naderen, dan zoude men reeds hieruit tot de werking dezer spieren mogen besluiten.

Doch het is hier, waar de veelbeteekenende woorden van HALLER: „Interroga naturam! en ejus responsum" moeten toegepast worden.

Veelvuldig heb ik dan ook proeven op dieren genomen, en hierbij telkens bevestigd gevonden, dat de interni bij het buik-inademen werkzaam zijn. Wanneer ik, hetzij bij een konijn, hetzij bij eenen hond, het beste evenwel bij het laatste dier, de tusschenribbige spieren blootlegde, hetgeen eene zeer bloedige doch gemakkelijke operatie is, dan nam ik telkens het volgende waar: De tusschenribbige ruimten werden bij elke inademing kleiner, niet alleen gemeten loodregt op de rib, maar ook in de rigting van de spiervezelen der interni. Deze verschijnselen komen dan vooral duidelijk voor den dag, wanneer men de ademhaling moeijelijk maakt, door een oogenblik het dier neus en mond digt te houden. Wanneer ik dit deed, dan kon ik ook, den vinger op deze spieren leggende, duidelijk voelen, dat zij harder werden en zich dus zamentrokken. Ook heb ik getracht bij deze proeven op te teekenen, hoeveel elke tusschenribbige ruimte kleiner werd en hoeveel zich de spiervezelen verkorten. Wegens het zeer onrustig ademen dezer dieren is mij dit evenwel niet gelukt. Het is mij intusschen uit eigene aanschouwing gebleken, dat de proeven, door HALLER genomen en beschreven, zeer juist zijn; doch de gevolgtrekking van HALLER was daarom onjuist, omdat hij ze toepaste op het borstademen, hetgeen bij deze dieren nooit voorkomt. Hetzelfde geldt van de door BUDGE genomene en beschrevene proef.

Ik meen daarentegen uit mijne proeven te mogen besluiten, dat men aan de uitspraak van HELMHOLTZ niet meer twijfelen mag, dat, namelijk, de interni, bij het buikademen, werkzaam zijn.

Bij het diepe buikuitademen komen zeer vele spieren in werking, die ik allen hier niet afzonderlijk kan behandelen.

Het hoofd, dat bij de inademing, als het ware, tusschen de schouders ingedoken was, wordt door de nekspieren weer naar boven en achteren gevoerd; terwijl de rugspieren de bolle wervelkolom strekken, voeren zij hierdoor tevens de borstkas naar boven, en bevorderen daardoor middellijk, dat de tusschenribbige ruimten grooter worden. Hierbij voegt zich nu de krachtige werking der buikspieren, die het middenrif naar boven dringen, terwijl zij tevens het onderste gedeelte van de borstkas, dat zeer uitgezet was, vernaauwen. Behalve deze spierwerking moet ook de torsie der ribben en ribbenkraakbeenderen als een der voornaamste momenten voor de diepe buikuitademing beschouwd worden.



BESLUIT.

a. De musculi intercostales externi voeren bij de borstinademing de ribben naar boven, en zijn dus borstinademingspieren.

b. De musculi intercostales interni kunnen, onder bepaalde omstandigheden, de ribben helpen naar boven voeren, en dus de werking der externi ondersteunen.

c. De musculi intercartilaginei trekken bij de borstinademing de vooreinden der ribben en hare kraakbeenderen naar boven, en zijn dus borstinademingspieren.

d. De musculi intercostales interni brengen bij de borstuitademing de ribben naar beneden en naar elkander toe, en zijn dus borst-uitademingspieren.

e. De musculi intercostales interni vernaauwen bij de buikinademing de tusschenribbige ruimten, terwijl zij de ribben naar beneden trekken, en zijn dus buik-inademingspieren.



THESES.

I.

Bij asphyxie mag men niet onmiddellijk lucht inblazen: men moet beginnen met lucht uit te zuigen, en dan eerst is het geoorloofd versche lucht in te blazen.

II.

CANSTATT zegt ten onregte, dat bij hepatitis de regter borsthelft onbewegelijk blijft.

CANSTATT, D. III, Afd. 11, p. 320.

III.

Pneumonie is geene croupeuse ontsteking.

IV.

Het ontstaan der speknier berust op eene woekering van het interstitiële bindweefsel.

V.

De gewone sereuse cysten der nieren ontstaan niet uit uitgezette tubuli.

VI.

De verbeening van vezelig weefsel gaat van de bindweefselligchaampjes uit.

VII.

Het ontstaan van liesbreuken kan niet verklaard worden uit verhoogde drukking op de buikingewanden.

VIII.

Bij gecompliceerde beenbreuken, met opening van een gewricht, mag men niet dadelijk amputeren.

IX.

De mededeeling der hartstoonen, op eene van het hart verwijderde plaats, kan slechts in enkele gevallen de diagnose van tuberculosis pulmonum bevestigen.

X.

Ten onregte wordt door SCHWANDA de diagnostische waarde van het onderzoek der sputa op elastische vezelen, bij tuberculosis pulmonum, bestreden, door de opmerking „dass elastische Fasern im Sputum bei Lungentuberculose kein häufiger Befund sind."

SCHWANDA, Anl. z. physikal. Kr. Unters. u. Diagn. S. 301.

XI.

Roode tong en catarrhale verschijnselen van de mucosa intestinalis zijn geen contraïndicatiën voor het gebruik der chinine.

XII.

De behandeling van hydrops door drastica is te verwerpen.

XIII.

Van de specifieke behandelingen van rheumatismus acutus articularis is die met tartarus emeticus te verkiezen.

XIV.

De vroegtijdige, door kunst verwekte baring kan in de meeste gevallen de perforatie, maar niet de sectio caesarea, vervangen.

XV.

De behandeling bij aangezigtsgeboorten mag evenmin steeds passief als actief zijn.
